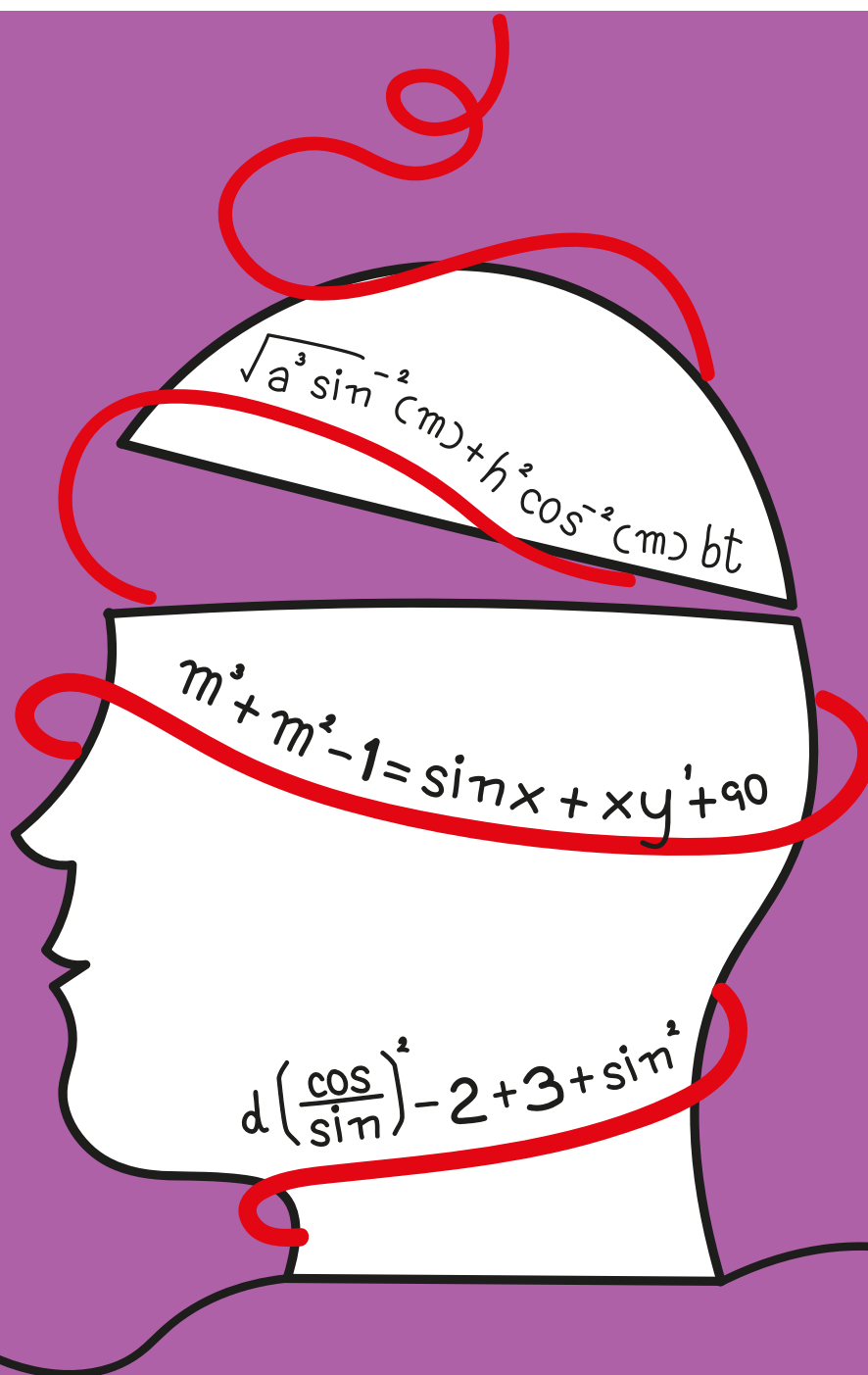


Monika Szczygieł, Nina Bażela, Tomasz Knopik

Lęk przed matematyką

charakterystyka, uwarunkowania, interwencje



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



INSTYTUT BADAŃ
EDUKACYJNYCH
Państwowy Instytut Badawczy

Autorzy:

Monika Szczygieł, Uniwersytet Jagielloński, Instytut Psychologii, IBE PIB

Nina Bażela, IBE PIB, Laboratorium Poznania Matematycznego, Centrum Kopernika Badań Interdyscyplinarnych, Uniwersytet Jagielloński

Tomasz Knopik, Instytut Psychologii, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie

Recenzja: Anna Baczko-Dombi

Redakcja językowa: Monika Niewielska, Iwona Stachowicz

Skład: Marcin Kot

Projekt okładki i rysunki: Zuzanna Gułaj

Wydawca:

Instytut Badań Edukacyjnych – Państwowy Instytut Badawczy
ul. Górczewska 8, 01-180 Warszawa
tel. (22) 241 71 00; www.ibe.edu.pl



INSTYTUT BADAŃ
EDUKACYJNYCH
Państwowy Instytut Badawczy

Warszawa 2025

ISBN: 978-83-68313-73-4

DOI: 10.24131/9788368313734

Wzór cytowania:

Szczygieł, M., Bażela, N., Knopik, T. (2025). *Lęk przed matematyką – charakterystyka, uwarunkowania, interwencje*. Instytut Badań Edukacyjnych – Państwowy Instytut Badawczy. Opracowanie powstało w ramach projektu „Wspieranie dostępności edukacji dla dzieci i młodzieży” finansowanego z Funduszy Europejskich dla Rozwoju Społecznego (FERS.01.06-IP.05-0002/23).

Publikacja dostępna na licencji Creative Commons



Uznanie Autorstwa 4.0.

Spis treści

WPROWADZENIE	4
1. DEFINICJA I WYMIARY LĘKU PRZED MATEMATYKĄ.....	6
2. UWARUNKOWANIA LĘKU PRZED MATEMATYKĄ.....	8
2.1. CZYNNIKI INDYWIDUALNE	8
2.2. CZYNNIKI ŚRODOWISKOWE.....	17
Podsumowanie	20
3. LĘK PRZED MATEMATYKĄ – KONTEKST KRAJOWY	21
3.1. CHARAKTERYSTYKA LĘKU PRZED MATEMATYKĄ W RÓŻNYCH GRUPACH WIEKOWYCH W POLSCE	21
3.1.1. Lęk przed matematyką wśród dzieci w wieku wczesnoszkolnym.....	22
3.1.2. Lęk przed matematyką wśród dzieci w wieku szkolnym i adolescentów.....	23
3.1.3. Lęk przed matematyką wśród osób dorosłych w Polsce	26
3.2. RÓŻNICE PŁCIOWE W POZIOMIE LĘKU PRZED MATEMATYKĄ I ZWIĄZEK Z WYBORAMI EDUKACYJNYMI POLSKICH UCZNIÓW.....	28
4. POLSKIE WERSJE JĘZYKOWE NARZĘDZI DO POMIARU LĘKU PRZED MATEMATYKĄ....	32
4.1. MAQC (MATH ANXIETY QUESTIONNAIRE FOR CHILDREN – KWESTIONARIUSZ LĘKU PRZED MATEMATYKĄ DLA DZIECI)	32
4.2. MAMAS-E (MODIFIED AMAS FOR ELEMENTARY CHILDREN – ZMODYFIKOWANA WERSJA AMAS DLA DZIECI W WIEKU WCZESNOSZKOLNYM)	32
4.3. AMAS (ABBREVIATED MATH ANXIETY SCALE – SKRÓCONA SKALA LĘKU PRZED MATEMATYKĄ)	33
4.4. MAQA (MATH ANXIETY QUESTIONNAIRE FOR ADULTS – KWESTIONARIUSZ LĘKU PRZED MATEMATYKĄ DLA OSÓB DOROSŁYCH)	34
Podsumowanie.....	35
5. Metody zmniejszania lęku przed matematyką	36
5.1. INTERWENCJE DYDAKTYCZNE SŁUŻĄCE OBNIŻENIU LĘKU PRZED MATEMATYKĄ	37
5.1.1. Skuteczne metody kształcenia	37
5.1.2. Uczenie się oparte na współpracy (nauczanie koleżeńskie, tutoring rówieśniczy) ...	40
5.1.3. Wykorzystanie nowoczesnych technologii w edukacji matematycznej.....	40
5.2. INTERWENCJE PSYCHOLOGICZNE W ZMNIEJSZANIU LĘKU PRZED MATEMATYKĄ	41
5.2.1. Techniki oddechowe i ćwiczenia uważności (mindfulness).....	41
5.2.2. Terapia poznawczo-behawioralna i trening strategii poznawczych.....	42
Podsumowanie.....	46
Zakończenie	48
BIBLIOGRAFIA.....	49

WPROWADZENIE

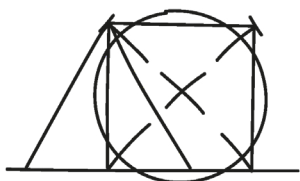
We współczesnych systemach edukacyjnych coraz częściej zwraca się uwagę nie tylko na osiągnięcia edukacyjne uczniów, ale także na ich dobrostan psychiczny. Jednym z istotnych czynników determinujących zarówno osiągnięcia szkolne, jak i samopoczucie uczniów, jest lęk przed matematyką. Niniejsza ekspertyza ma na celu opisanie – przede wszystkim z perspektywy psychologicznej – obecnego stanu wiedzy na temat lęku przed matematyką. Celem publikacji jest opis i analiza indywidualnych i środowiskowych uwarunkowań lęku przed matematyką, charakterystyki tej emocji – ze szczególnym uwzględnieniem danych dotyczących dzieci, młodzieży i dorosłych w polskim kontekście edukacyjnym – oraz przegląd aktualnego stanu badań nad skutecznymi interwencjami ukierunkowanymi na jego redukcję.

Lęk przed matematyką może pojawiać się już na wczesnych etapach edukacji. Wyniki badań wskazują, że nawet dzieci w wieku przedszkolnym mogą odczuwać niepokój, na przykład podczas liczenia na głos. Wraz z kolejnymi etapami ścieżki edukacyjnej intensywność odczuwania negatywnych emocji w zakresie aktywności matematycznej może się wzmacniać – zwłaszcza wtedy, gdy nauczaniu tego przedmiotu towarzyszą presja na osiągnięcie wysokich wyników i porównywanie się z rówieśnikami. Lęk może bezpośrednio oddziaływać na efektywność uczenia się matematyki, zakłócając przebieg procesów poznawczych, a w konsekwencji doprowadzając do pogorszenia wyników i wzmacniania negatywnych przekonań o własnych możliwościach w tej dziedzinie. W rezultacie obniżona skuteczność w uczeniu się matematyki może osłabiać motywację, a nawet prowadzić do porzucenia dalszego kształcenia, szczególnie że każdy kolejny etap edukacyjny jest warunkowany opanowaniem umiejętności zdobytych wcześniej.

Znaczenie problemu wysokiego poziomu lęku przed matematyką wykracza daleko poza ramy szkolnej ławki. Powiązana z nim niska samoocena kompetencji matematycznych może zniechęcać młodych ludzi do wyboru kierunków studiów i zawodów związanych z naukami ścisłymi czy technicznymi (obszar STEM: Science, Technology, Engineering, Mathematics). W dłuższej perspektywie makrospołecznej takie decyzje mogą skutkować znaczącym ograniczeniem puli talentów w kluczowych obszarach gospodarki opartej na wiedzy. Warto również zauważyć, że niskie kompetencje matematyczne mogą utrudniać codzienne funkcjonowanie – od zarządzania finansami domowymi po podejmowanie świadomych decyzji konsumenckich lub obywatelskich.

Mamy nadzieję, że zawarta w ekspertyzie aktualna, oparta na wynikach badań, wiedza na temat psychologicznych uwarunkowań, przejawów i konsekwencji lęku przed matematyką oraz możliwych interwencji w tym zakresie pomoże osobom odpowiedzialnym za kształcenie ocenić – a być może również nieco zmodyfikować – swoje dotychczasowe praktyki dydaktyczne, a także wzmocnić przekonanie o znaczeniu procesów niekognitywnych w uczeniu się. Liczymy, że to pierwszy krok w budowaniu instrumentarium stosowanego w efektywnej edukacji matematycznej. W ramach realizowanego przez IBE PIB projektu „Wspieranie dostępności edukacji dla dzieci i młodzieży” opracowujemy zestawy narzędzi do identyfikacji uzdolnień matematycznych oraz testy do monitorowania rozwoju kompetencji matematycznych – dające szansę osobom uczącym się na właściwe rozpoznanie swojego aktualnego miejsca położenia na mapie efektów uczenia się i zdefiniowanie strefy najbliższego rozwoju. Wśród tych instrumentów wsparcia znajdują się również narzędzia diagnozujące lęk przed matematyką.

1. DEFINICJA I WYMIARY LĘKU PRZED MATEMATYKĄ



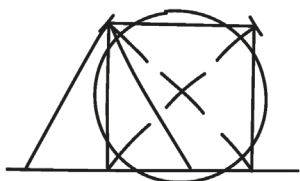
Choć z perspektywy współczesnej wiedzy naukowej i praktyki edukacyjnej może się to wydawać zaskakujące, intensywne badania nad rolą emocji w procesie uczenia się i osiągnięciach szkolnych rozpoczęły się dopiero w drugiej połowie XX wieku. Jedną z pierwszych intensywnie badanych emocji w obszarze edukacji matematycznej był lęk przed matematyką (Dowker i in., 2016). Również dziś pozostaje on jedną z najczęściej analizowanych emocji związanych z wynikami osiąganymi w tej dziedzinie. Zarówno historyczne, jak i współczesne rozumienie lęku przed matematyką znacząco się nie różnią. Najczęściej definiuje się go jako „uczucie napięcia i niepokoju, które zakłócają operowanie liczbami i rozwiązywanie problemów matematycznych w różnych codziennych i akademickich sytuacjach” (Richardson i Suinn, 1972, s. 551). Zgodnie z tą definicją lęk przed matematyką rozumiany jest jako ten, który pojawia się zarówno w sytuacjach codziennych (np. obliczenia dokonywane w sklepie), jak i w kontekście edukacyjnym (np. uczenie się matematyki lub bycie testowanym z matematyki). Sam podział na lęk związany z uczeniem się i byciem testowanym z matematyki jest zgodny z tym, jak konceptualizowany jest lęk przed matematyką w literaturze przedmiotu, w której wyróżnia się różne jego formy w zależności od specyfiki sytuacji edukacyjnej – lęk przed przyswajaniem treści matematycznych oraz lęk towarzyszący ocenie wiedzy z tego zakresu, czyli sytuacjom egzaminacyjnym (Hopko i in., 2003).

// Lęk przed matematyką najczęściej jest ujmowany jako cecha, czyli względnie trwała i ukształtowana tendencja do odczuwania napięcia i niepokoju w sytuacjach związanych z tą dziedziną.

W przeprowadzanych badaniach lęk przed matematyką najczęściej jest ujmowany jako cecha, czyli względnie trwała i ukształtowana tendencja do odczuwania napięcia i niepokoju w sytuacjach związanych z tą dziedziną (Orbach i in., 2019; Spielberger 1972). Takie podejście umożliwia diagnozowanie różnic indywidualnych między osobami, które w sposób stabilny przejawiają wyższy lub niższy jego poziom – niezależnie od okoliczności. Lęk przed matematyką może być również rozumiany jako stan psychiczny, czyli przejściowa reakcja emocjonalna, która pojawia się w odpowiedzi na określoną sytuację – np. tuż przed testem, podczas rozwiązywania

zadania lub w trakcie odpowiadania przy tablicy. Ujęcie to pozwala uchwycić dynamikę emocji i wrażliwość jednostki na konkretne bodźce sytuacyjne (Orbach i in., 2019; Spielberger 1972). Oba podejścia – traktowanie lęku jako cechę oraz jako stan psychiczny – są komplementarne i pomagają w lepszym zrozumieniu, jak lęk przed matematyką wiąże się z funkcjonowaniem uczniów i dorosłych. Niezależnie jednak od sposobu traktowania lęku, jego przejawy można obserwować w czterech głównych wymiarach (Caviola i in., 2019; Mammarella i in., 2023; Suárez-Pellicioni i in., 2016): psychofizjologicznym (np. przyspieszone tętno, napięcie mięśni, potliwość, ból brzucha), afektywnym (np. niepokój, napięcie emocjonalne, niska tolerancja frustracji, płaczliwość), poznawczym (np. natrętne myśli, trudności z koncentracją) oraz behawioralnym (np. unikanie zadań matematycznych, odkładanie nauki na później).

2. UWARUNKOWANIA LĘKU PRZED MATEMATYKĄ



Lęk przed matematyką ma charakter wielowymiarowy (Oszwa, 2020), podobnie jak jego uwarunkowania (Luttenberg i in., 2018). Wyniki dotychczasowych badań wskazują, że źródeł lęku przed matematyką należy poszukiwać zarówno w czynnikach indywidualnych, jak i środowiskowych. Wśród uwarunkowań indywidualnych wyróżnia się czynniki specyficzne dla matematyki (np. osiągnięcia matematyczne, bezradność intelektualna w zakresie matematyki, samoocena własnych umiejętności matematycznych, przekonania na temat własnej skuteczności w matematyce, motywacja do uczenia się matematyki), a także czynniki niespecyficzne dla tej dziedziny, takie jak ogólne zdolności poznawcze (np. inteligencja płynna, funkcje wykonawcze), czynniki afektywne (np. lęk jako cecha, lęk egzaminacyjny), czynniki socjodemograficzne (np. płeć, wiek). Wśród czynników środowiskowych podkreśla się rolę środowiska szkolnego (np. metody nauczania, lęk przed matematyką i przed jej nauczaniem odczuwany przez nauczycieli, postawy nauczycieli wobec matematyki), środowiska domowego (np. status społeczno-ekonomiczny rodziny, lęk przed matematyką u rodziców, postawy rodziców wobec matematyki) oraz czynników społeczno-kulturowych (np. stereotypy dotyczące matematyki, zdolności matematycznych). W dalszej części opracowania zostanie zaprezentowany aktualny stan wiedzy dotyczący indywidualnych i środowiskowych uwarunkowań lęku przed matematyką, będących przedmiotem intensywnych badań naukowych.

2.1. CZYNNIKI INDYWIDUALNE

2.1.1. Czynniki specyficzne dla dziedziny matematyki

Osiągnięcia matematyczne

Osiągnięcia matematyczne są rozumiane jako poziom wykonania zadań matematycznych wynikający ze zdobytej wiedzy i uzyskanych umiejętności, mierzony np. za pomocą ocen szkolnych, wyników testów oraz rezultatów rozwiązywania problemów (Szczygieł, 2020a). Wyniki metaanaliz (Barroso i in., 2021; Namkung i in., 2019; Zhang i in., 2019) wskazują, że słaby–umiarkowany ujemny związek między lękiem przed matematyką a osiągnięciami matematycznymi jest obecny na wszystkich etapach edukacji, począwszy od szkoły

podstawowej aż po dorosłość, jednakże jego nasilenie różni się w zależności od wieku badanych osób. Słabszy związek, w porównaniu z uczniami w wieku szkolnym i uczniami kształcącymi się w szkole średniej, zaobserwowano u dzieci objętych edukacją wczesnoszkolną oraz studentów na poziomie akademickim. Samo istnienie zależności między lękiem przed matematyką a osiągnięciami matematycznymi nie pozwala jednoznacznie określić, co jest przyczyną, a co skutkiem. W związku z tym prowadzono intensywne badania podłużne, których celem było ustalenie kierunku tej relacji (Carey i in., 2016).

Tradycyjnie zakładano, że to wcześniejsze niepowodzenia w nauce matematyki prowadzą do wzrostu poziomu lęku przed nią, co znajduje potwierdzenie w badaniach longitudinalnych wskazujących, że niskie osiągnięcia matematyczne mogą przewidywać późniejsze nasilenie lęku (Ma i Xu, 2004; Sorvo i in., 2019; Wang i in., 2020). Zgodnie z tym poglądem kumulujące się niepowodzenia w uczeniu się matematyki przyczyniały się do powstawania i rozwoju lęku przed nią. Jednak równolegle prowadzono badania, których wyniki wskazywały na to, że to właśnie lęk przed matematyką jest predyktorem niskich osiągnięć matematycznych (Ashcraft i Faust, 1994; Cargnelutti i in., 2017; Ramirez i in., 2013, 2018; Suárez-Pellicioni i in., 2016). Wyniki badań wspierających tę hipotezę sugerują, że lęk przed matematyką negatywnie oddziałuje na procesy poznawcze, w szczególności obciąża pamięć roboczą i prowadzi do ruminacji, czyli powracających myśli na temat doświadczanych trudności, co w rezultacie utrudnia efektywne rozumowanie matematyczne. Jednocześnie zasugerowano, że negatywne efekty działania lęku przed matematyką na osiągnięcia w tej dziedzinie mogą być skutkiem unikania aktywności matematycznej jako czegoś nieprzyjemnego (Song i in., 2021; Vukovic i in., 2013).

// Zależność między lękiem przed matematyką a osiągnięciami matematycznymi nie pozwala jednoznacznie określić, co jest przyczyną, a co skutkiem. Prowadzone są intensywne badania podłużne, których celem jest ustalenie kierunku tej relacji.

W dyskusji na temat kierunku zależności między lękiem przed matematyką a osiągnięciami matematycznymi warto podkreślić, że badacze testowali zwykle hipotezy dotyczące jednego z dwóch kierunków zależności, co mogło wpłynąć na zaobserwowane przez nich wyniki i konkluzje. Współcześnie coraz większe uznanie zyskuje koncepcja, która integruje oba podejścia i postuluje istnienie dwukierunkowej relacji – wcześniejsze trudności w matematyce sprzyjają wzrostowi lęku przed matematyką, a wzrastający lęk z kolei negatywnie wpływa na dalsze osiągnięcia matematyczne (Aldrup i in., 2020; Du i in., 2021; Pekrun i in., 2017; Szczygieł i in., 2024). Oznacza to, że lęk i wyniki matematyczne wzajemnie się wzmacniają, tworząc błędne

koło uniemożliwiające zmianę, które bez odpowiednich interwencji może być szczególnie trudne do przerwania na późniejszych etapach edukacji.

Bezradność intelektualna w zakresie matematyki

Poczucie bezradności intelektualnej to stan psychiczny charakteryzujący się przekonaniem jednostki, że niezależnie od podejmowanego wysiłku nie jest ona w stanie poradzić sobie z zadaniami wymagającymi aktywności poznawczej, np. rozwiązywaniem problemów lub uczeniem się nowych treści (Sędek i Kofta, 1990). Bezradność intelektualna w zakresie matematyki, wywodząca się z teorii wyuczonej bezradności Seligmana (1975), stanowi istotny mechanizm pogłębiający lęk przed tą dziedziną. Uczniowie, którzy doświadczają powtarzających się niepowodzeń, zaczynają postrzegać swoje trudności jako trwałe i wynikające z braku zdolności, a nie z chwilowego braku wiedzy czy obrania niewłaściwych strategii (Sędek i Kofta, 1990; Sędek i MacIntosh, 1998). Taka interpretacja prowadzi do utraty wiary we własne możliwości, spadku motywacji i wycofania się z aktywności wymagających wysiłku intelektualnego. U osób z wysokim poziomem lęku przed matematyką częściej obserwuje się ten typ bezradności – porażki przypisywane brakom zdolności obniżają samoocenę i wzmacniają unikanie zadań matematycznych (Gürefe i Bakalim, 2018). W ten sposób powstaje błędne koło: im silniejsze poczucie bezradności, tym mniejsza aktywność i skuteczność poznawcza, co prowadzi do kolejnych trudności, a te – do dalszego wzrostu lęku przed matematyką. Przełamanie tego mechanizmu wymaga działań wspierających poczucie sprawczości uczniów, promujących konstruktywne podejście do błędów i wzmacniających przekonanie, że sukces w matematyce wynika z wysiłku intelektualnego i stosowania odpowiednich strategii rozwiązywania problemów, a nie z niezmiennych cech.

// U osób z wysokim poziomem lęku przed matematyką częściej obserwuje się przypisywanie porażki brakom zdolności, co obniża samoocenę i wzmacnia unikanie zadań matematycznych.

Wyniki badań nad predyktorami lęku przed matematyką uczniów szkoły średniej i osób dorosłych (Szczygieł i in. [w druku]) sugerują, że poczucie bezradności intelektualnej w matematyce jest stabilnym i jednym z najsilniejszych predyktorów lęku przed matematyką, nawet gdy kontrolowane są osiągnięcia matematyczne, rezyliencja matematyczna, lęk jako cecha, lęk egzaminacyjny, inteligencja, pamięć robocza, hamowanie narzucającej się reakcji, płeć, wiek, status społeczno-ekonomiczny rodziny i efekt nauczyciela. Wydaje się, że poczucie bezradności intelektualnej wzrasta wraz z kolejnymi latami nauki szkolnej,

podobnie jak lęk przed matematyką, który najwyższy poziom osiąga w grupie adolescentów (Kaźmierczak i Bulkowski, 2024). Wzrastające poczucie bezradności intelektualnej może mieć związek z opisywanym przez Baczko-Dombi (2017) zjawiskiem stopniowego wycofywania się polskich uczniów z aktywności matematycznej. Proces ten, często zaczynający się już w szkole podstawowej w momentach wzrostu złożoności materiału lub zmiany nauczyciela, może prowadzić do przyjmowania tożsamości „humanisty” jako uzasadnienia dla trudności w matematyce i rezygnacji z podejmowania wysiłku w celu poprawienia wyników matematycznych.

Przekonania o własnej skuteczności w uczeniu się matematyki oraz samoocena umiejętności matematycznych

Zjawisko bezradności intelektualnej w zakresie matematyki pozostaje ściśle powiązane z przekonaniami uczniów o własnej skuteczności w tej dziedzinie (Gürefe i Bakalım, 2018). Przekonania te – zgodnie z teorią społeczno-poznawczą Bandury (1977; 1982) – odnoszą się do subiektywnej oceny własnych zdolności do skutecznego radzenia sobie z zadaniami matematycznymi. Niskie poczucie skuteczności często towarzyszy osobom doświadczającym bezradności intelektualnej, potęgując ich tendencję do wycofywania się z aktywności poznawczej, obniżania aspiracji i unikania wyzwań. Z kolei wysoki poziom przekonań o własnej skuteczności może działać ochronnie, osłabiając wpływ wcześniejszych niepowodzeń i zmniejszając ryzyko wystąpienia lęku przed matematyką (Gürefe i Bakalım, 2018).

Istotną rolę odgrywają również mechanizmy atrybucji sukcesów i porażek, czyli sposób, w jaki jednostka wyjaśnia swoje sukcesy i porażki (Eccless i Wiegfield, 2002; Pekrun, 2006). Uczniowie, którzy przejawiają skłonność do uznawania, że przyczyną ich sukcesów są czynniki niekontrolowane, zewnętrzne i zmienne (np. szczęście), a porażek – czynniki niekontrolowane, wewnętrzne i trwałe (np. przekonanie, że nie jest się dobrym z matematyki), są bardziej narażeni na powstanie oraz rozwój lęku przed matematyką i poczucia bezradności intelektualnej. Tego rodzaju atrybucje wzmacniają poczucie braku wpływu na efekty własnych działań i mogą prowadzić do obniżenia motywacji wewnętrznej. Natomiast uczniowie, którzy interpretują sukcesy jako efekt własnego wysiłku, a porażki jako wynik niewłaściwej strategii lub chwilowego braku wiedzy, wykazują większą odporność na lęk oraz mają silniejsze poczucie sprawczości. W związku z tym zarówno przekonania o własnej skuteczności, jak i styl atrybucji odgrywają kluczową rolę w kształtowaniu reakcji emocjonalnych na matematykę. Mogą one pełnić funkcję bufora lub, przeciwnie, czynnika ryzyka w rozwoju bezradności intelektualnej i lęku przed matematyką.

// Wysoki poziom przekonania o własnej skuteczności może działać ochronnie, osłabiając wpływ wcześniejszych niepowodzeń i zmniejszając ryzyko wystąpienia lęku przed matematyką.

Poczucie własnej skuteczności w odniesieniu do matematyki dotyczy przekonania o zdolności do skutecznego wykonywania konkretnych zadań z tej dziedziny, podczas gdy samoocena w zakresie umiejętności matematycznych odnosi się do ogólnej oceny własnych kompetencji matematycznych (Grygiel i in., 2017). Oba czynniki są silnie powiązane z poziomem lęku przed matematyką i mają znaczenie zarówno dla bieżących wyników w nauce, jak i długofalowej motywacji do uczenia się matematyki. Wyniki badań dotyczących samooceny w zakresie umiejętności matematycznych w polskiej populacji potwierdzają jej istotne znaczenie w kształtowaniu poziomu lęku przed matematyką. Badania przeprowadzone wśród dzieci w wieku 6–11 lat wykazały, że te z nich, które cechowały się wysoką samooceną w zakresie umiejętności matematycznych, odznaczały się istotnie niższym poziomem lęku przed matematyką w porównaniu do dzieci o umiarkowanej samoocenie (Szczygieł, 2020b). Również w grupie dorosłych Polaków stwierdzono istotne, ujemne korelacje między lękiem przed matematyką a samooceną oraz poczuciem własnej skuteczności w tej dziedzinie (Szczygieł, 2022). Wyniki te sugerują, że uczniowie z niską samooceną w zakresie matematyki częściej interpretują trudności z nią jako potwierdzenie własnej niekompetencji, co prowadzi do wzrostu lęku i unikania sytuacji wymagających wysiłku poznawczego. Warto również podkreślić, że wyniki międzynarodowego badania PISA wskazują na relatywnie niskie poczucie własnej skuteczności w matematyce wśród polskich 15-latków. Polska uplasowała się na piątym miejscu od końca wśród krajów OECD pod względem tego wskaźnika w edycji badania z 2022 roku (OECD, 2024).

Motywacja do uczenia się matematyki

Motywacja do uczenia się matematyki jest uważana za kluczową w przewidywaniu osiągnięć matematycznych i powiązaną z lękiem przed matematyką (Oszwa i Chmiel, 2016; Li i in., 2021; Wang i in., 2015). Wyniki metaanalizy badań nad lękiem przed matematyką i motywacją do uczenia się jej wskazują na istnienie ujemnej umiarkowanej zależności między tymi cechami (Li i in., 2021). Jednocześnie czynniki takie jak wiek uczniów, rodzaj lęku czy kontekst kulturowy nie różnicowały znacząco siły tej zależności. Motywacja do uczenia się matematyki jest różnie definiowana (Deci i Ryan, 1985; Oszwa i Chmiel, 2016), ale niezależnie od podejścia teoretycznego uważana jest za wewnętrzne lub zewnętrzne pobudki, które skłaniają jednostkę do podejmowania wysiłku w nauce matematyki, wytrwałości w rozwiązywaniu zadań oraz angażowania się w proces zdobywania wiedzy matematycznej (Deci i Ryan, 1985; Wang i in., 2015).

Wewnętrzna motywacja do uczenia się matematyki, szczególnie istotna w kontekście osiąganych wyników, zmniejsza się wraz z kolejnymi latami edukacji (Li i in., 2021; Wang i in., 2015), podobnie jak lęk przed matematyką wraz z kolejnymi latami się zwiększa (Sorvo i in., 2019). Mechanizm tej zależności może wynikać z faktu, że wysoki poziom lęku obniża poczucie własnej skuteczności uczniów, co z kolei zmniejsza motywację do podejmowania wysiłku w nauce matematyki. Uczniowie, którzy odczuwają silny lęk przed matematyką, częściej unikają sytuacji wymagających aktywności matematycznej, a to prowadzi do spadku zaangażowania i osłabienia motywacji wewnętrznej.

// Wewnętrzna motywacja do uczenia się matematyki zmniejsza się wraz z kolejnymi latami edukacji, natomiast lęk przed matematyką wraz z kolejnymi latami się zwiększa.

2.1.2. Czynniki niespecyficzne dla dziedziny matematyki

Czynniki afektywne

Lęk jako cecha. Lęk jako cecha dotyczy tendencji jednostki do doświadczania niepokoju w codziennych sytuacjach życiowych (Carey i in., 2017; Spielberger, 1972). Choć lęk przed matematyką jest konstruktem odrębnym od lęku ogólnego i lęku egzaminacyjnego (Carey i in., 2017; Hill i in., 2016), badania wskazują na ich umiarkowaną korelację (Hill i in., 2016; Williams i in., 2024). Osoby z wyższym poziomem lęku ogólnego cechują się większą podatnością na stresory, wyższą reaktywnością emocjonalną i skłonnością do zamartwiania się, a to może wzmacniać podatność na rozwój lęku przed matematyką. Wyniki badań longitudinalnych, w których sprawdzano uwarunkowania lęku przed matematyką i osiągnięć matematycznych wśród dzieci w wieku wczesnoszkolnym, sugerują, że lęk ogólny jest kluczowym czynnikiem determinującym rozwój lęku przed matematyką, nawet gdy kontrolowane są m.in. ogólne zdolności poznawcze (Szczygieł i in., 2024). Może to świadczyć o tym, że lęk przed matematyką nie wynika z trudności poznawczych, lecz ma silne podłoże emocjonalne, którego źródła mogą sięgać uogólnionych wzorców przetwarzania emocji. Wyniki te podkreślają znaczenie wczesnej identyfikacji dzieci wykazujących wysoki poziom lęku ogólnego, ponieważ są one szczególnie narażone na rozwój specyficznych trudności emocjonalnych w nauce, takich jak lęk przed matematyką.

Co istotne, znaczenie lęku ogólnego jako predyktora lęku przed matematyką zmniejsza się wraz z wiekiem, ustępując miejsca takim czynnikom, jak lęk przed byciem ocenianym, poczucie bezradności intelektualnej oraz rezyliencja matematyczna (Szczygieł i in., [w druku]). Wyniki te sugerują, że z wiekiem emocje dzieci stają się bardziej zróżnicowane i osadzone w konkretnych

kontekstach. U młodszych dzieci lęk przed matematyką może być uogólnioną reakcją emocjonalną, wynikającą z tendencji do lęklivosti. Natomiast u starszych uczniów lęk ten można wiązać z konkretnymi doświadczeniami, np. porażkami, ocenami, porównywaniem się z innymi.

// Dzieci wykazujące wysoki poziom lęku ogólnego są szczególnie narażone na rozwój specyficznych trudności emocjonalnych w nauce, takich jak lęk przed matematyką.

Lęk egzaminacyjny. Lęk egzaminacyjny obejmuje poznawcze, emocjonalne i behawioralne reakcje związane z obawą przed negatywnymi skutkami niepowodzenia w sytuacjach oceny (Zeidner, 1998). Objawia się m.in. poprzez napięcie, obniżenie koncentracji, negatywne myśli dotyczące własnych kompetencji, a także unikanie sytuacji egzaminacyjnych lub związanych z oceną. Istnieje silna korelacja pomiędzy lękiem przed matematyką a lękiem egzaminacyjnym (Carey i in., 2017; Zettle i Raines, 2000), co sugeruje, że oba konstrukty mają wspólne mechanizmy psychologiczne. Zarówno lęk przed matematyką, jak i lęk egzaminacyjny wiążą się z obecnością natrętnych myśli o porażce i negatywnych konsekwencjach niepowodzenia, wysokim pobudzeniem emocjonalnym oraz tendencją do unikania sytuacji wywołujących lęk (Ashcraft i Kirk, 2001; Carey i in., 2017). Tego „typu” reakcje mogą zakłócać podstawowe procesy poznawcze, takie jak uwaga, pamięć robocza i przetwarzanie informacji – co w rezultacie prowadzi do obniżenia efektywności działania w zadaniach matematycznych. Na przykład natrętne myśli i wysoki poziom pobudzenia emocjonalnego mogą obciążać zasoby pamięci roboczej, które są kluczowe dla rozwiązywania problemów matematycznych, szczególnie tych wymagających logicznego rozumowania i operowania symbolami (Ashcraft i Kirk, 2001). Współwystępowanie lęku przed matematyką i lęku egzaminacyjnego wskazuje także na potencjalne znaczenie wspólnych czynników ryzyka, takich jak niska samoocena, perfekcjonizm, negatywne doświadczenia szkolne czy presja osiągnięć. Jednocześnie, choć oba rodzaje lęku mają wspólne cechy, lęk przed matematyką bywa bardziej zgeneralizowany i może być obecny nie tylko w sytuacjach oceny, lecz także podczas samodzielnej nauki czy rozwiązywania zadań w codziennym życiu. Lęk egzaminacyjny jest jednak istotnym i stabilnym predyktorem lęku przed matematyką wśród dzieci w wieku szkolnym (Szczygieł i Hohol [w przygotowaniu]) i adolescentów (Szczygieł i in., w druku). Pozwala to przypuszczać, że u wielu uczniów negatywne doświadczenia związane z ocenianiem – takie jak strach przed porażką, lęk przed oceną społeczną czy presja osiągnięć – mogą stanowić jeden z głównych mechanizmów prowadzących do rozwoju i utrwalania lęku przed matematyką (Oszwa, 2020; Szczygieł i Pieronkiewicz, 2022). Oznacza to, że wrażliwość na ocenę może wzmacniać lękową reakcję emocjonalną na zadania matematyczne, zwłaszcza w sytuacjach, w których uczniowie

czują się obserwowani, porównywani lub oceniani. W konsekwencji dzieci, które doświadczają wysokiego lęku egzaminacyjnego, mogą być szczególnie podatne na rozwój trwałych trudności emocjonalnych w obszarze matematyki, niezależnie od faktycznego poziomu umiejętności (Luttenberg i in., 2018).

// Dla wielu uczniów negatywne doświadczenia związane z ocenianiem mogą stanowić jeden z głównych mechanizmów prowadzących do rozwoju i utrwalania lęku przed matematyką.

Czynniki poznawcze

Inteligencja płynna. Choć inteligencja nieczęsto jest przedmiotem badań w ustaleniach na temat uwarunkowań lęku przed matematyką, dotychczasowe wyniki badań wskazują, że znaczenie dla rozwoju tego lęku może mieć inteligencja płynna, definiowana jako zdolność do elastycznego reagowania i adaptacji w nowych sytuacjach (Kent, 2017). Badania sugerują, że wyższy poziom inteligencji płynnej może być istotnym czynnikiem ochronnym przed powstawaniem i rozwojem lęku przed matematyką (Orbach i in., 2019; Schillinger i in., 2018; Schleepen i Van Mier, 2016). Osoby o wyższej inteligencji płynnej są zazwyczaj lepiej przygotowane do radzenia sobie z sytuacjami wymagającymi intensywnego myślenia i rozwiązywania problemów pod presją, co jest częstym źródłem stresu w kontekście matematyki. Potrafią one sprawniej analizować informacje, dostosowywać strategię działań do zmieniających się okoliczności i elastycznie reagować na pojawiające się trudności. Uważa się, że dzięki temu mogą skuteczniej radzić sobie z negatywnymi emocjami związanymi z matematyką, takimi jak strach przed porażką, niskie poczucie sprawczości czy obniżona samoocena w zadaniach wymagających liczenia. W efekcie inteligencja płynna nie tylko może być odpowiedzialna za rozwiązywanie zadań matematycznych, ale również odgrywać rolę w regulacji emocji i budowaniu pozytywnego nastawienia do matematyki (Orbach i in., 2019).

Funkcje wykonawcze. W porównaniu z rolą inteligencji w powstawaniu i rozwoju lęku przed matematyką, zdecydowanie lepiej poznane są zależności między funkcjami wykonawczymi (zwłaszcza pamięcią roboczą i hamowaniem) a lękiem przed matematyką. Wyniki badań ujawniają negatywny związek między lękiem przed matematyką a pamięcią roboczą (Finell i in., 2022; Pellizzoni i in., 2022) oraz kontrolą hamowania (Núñez-Peña i Campos-Rodríguez, 2024; Pizzie i in., 2020; Van den Bussche i in., 2020). Wyniki badań sugerują, że wysoki poziom lęku przed matematyką prowadzi do natrętnych myśli i przeciążenia poznawczego, co zmniejsza

dostępne zasoby umysłowe i pogarsza skuteczność w zadaniach matematycznych (Finell i in., 2022). Przeciążenie pamięci roboczej sprawia, że jednostka ma trudności z utrzymywaniem informacji, skupieniem uwagi i kontrolowaniem przebiegu zadania. Jednocześnie obniżona kontrola hamowania utrudnia tłumienie rozpraszających bodźców, co dodatkowo może zakłócać przebieg procesów poznawczych. Silna pamięć robocza i dobra kontrola hamowania pozwalają natomiast na lepsze zarządzanie obciążeniem poznawczym, sprzyjając obniżeniu lęku przed matematyką. Podobnie jak w przypadku inteligencji płynnej, uważa się, że funkcje wykonawcze pełnią rolę buforową i umożliwiają skuteczniejsze radzenie sobie z zadaniami matematycznymi nawet w warunkach stresu. To również może zmniejszać poziom lęku związanego z matematyką (Finell i in., 2022; Núñez-Peña i Campos-Rodríguez, 2024).

// Wysoki poziom lęku przed matematyką prowadzi do przeciążenia poznawczego, co zmniejsza dostępne zasoby umysłowe i pogarsza skuteczność w zadaniach matematycznych.

2.1.3. Czynniki socjodemograficzne

Płeć

Badania nad różnicami płciowymi w zakresie lęku przed matematyką przynoszą niejednoznaczne rezultaty (Dowker i in., 2016). Wyniki wielu badań wskazują na wyższy poziom lęku przed matematyką u dziewcząt i kobiet na różnych etapach szkoły i po zakończeniu formalnej edukacji (Hill i in., 2016; Eidlin-Levy i in., 2023; Ferguson i in., 2015; Williams i in., 2024; Szczygieł i in., 2024). Wyniki innych badań nie pozwalają jednak dojść do takich samych wniosków i sugerują brak różnic między płciami pod względem lęku przed matematyką (Ganley i McGraw, 2016; Ramirez i in., 2013; Quintero i in., 2022; Namkung i in., 2019). W świetle sprzecznych rezultatów badań może zaskakiwać, że w ostatnim czasie nie przeprowadzono metaanalizy wyników umożliwiających odpowiedź na pytanie, czy i jakie są różnice płciowe w poziomie lęku przed matematyką oraz od czego mogą one zależeć. Wyniki metaanalizy przeprowadzonej wyłącznie na chińskich danych (Xie i in., 2024) wskazują na istnienie małej różnicy w poziomie lęku przed matematyką, z wyższym jego poziomem wśród dziewcząt. Metaanaliza ujawniła również, że istnienie i wielkość tych różnic zależą od różnych czynników, m.in. większe różnice obserwowano wśród starszych uczniów. Z innych badań wiadomo, że różnice w tym zakresie między płciami mogą być wyjaśniane przez czynniki indywidualne (np. poziom lęku ogólnego, lęku przed egzaminami, lęku przestrzennego; Delage i in., 2022; Szczygieł i Hohol, 2024) oraz środowiskowe (np. stereotypy społeczne i oczekiwania kulturowe; Beilock i in., 2010; Gunderson i in., 2012). Można zatem stwierdzić, że obserwowane różnice płciowe w poziomie lęku przed matematyką

mogą być rezultatem skłonności do odczuwania specyficznego rodzaju lęku, wzmacnianej narracją społeczną na temat oczekiwań edukacyjnych wobec dziewcząt i chłopców.

Wiek

Lęk przed matematyką pojawia się już w dzieciństwie (Petronzi i in., 2019; Szczygieł i Pieronkiewicz, 2022) i zazwyczaj nasila się wraz z wiekiem i poziomem edukacji (Else-Quest i in., 2010; Krinzinger i in., 2009; Ma i Kishor, 1997; Sorvo i in., 2019). Dzieci w wieku wczesnoszkolnym w większości odczuwają niski poziom lęku przed matematyką. Jeśli występuje, to jest uwarunkowany głównie lękiem jako cechą (Szczygieł i in., 2024). Wczesne objawy lęku przed matematyką mogą być związane z pierwszymi doświadczeniami edukacyjnymi oraz reakcjami emocjonalnymi na trudności w uczeniu się matematyki. Wraz z upływem czasu kumulacja negatywnych doświadczeń, presja ocen i rosnące wymagania edukacyjne mogą prowadzić do eskalacji tego lęku. Najwyższy poziom lęku przed matematyką obserwuje się zazwyczaj w okresie adolescencji, który wiąże się nie tylko z intensywnym rozwojem poznawczym, ale również z większą wrażliwością emocjonalną i społeczną (Ahmed, 2018; Luttenberg i in., 2018). Nastolatkom stają się bardziej świadomi porównań społecznych oraz oczekiwań rówieśników, nauczycieli i rodziców, co może pogłębiać lęk związany z przedmiotami uznawanymi za trudne, takimi jak matematyka. W dorosłości poziom lęku przed matematyką zwykle ulega łagodnemu spadkowi (Hart i Ganley, 2021), co może wynikać z mniejszej ekspozycji na sytuacje wymagające aktywnego posługiwania się matematyką, większego poczucia autonomii w wyborze ścieżki zawodowej oraz rozwiniętych strategii radzenia sobie ze stresem. Niemniej jednak, u części dorosłych, zwłaszcza tych, którzy podejmują studia lub pracują w zawodach wymagających kompetencji matematycznych, lęk przed matematyką może nadal być istotnym czynnikiem wpływającym na samoocenę i efektywność działania w zakresie matematyki.

2.2. CZYNNIKI ŚRODOWISKOWE

Czynniki kulturowe i społeczne

Stereotypy społeczne na temat matematyki. Stereotypy dotyczące matematyki są szeroko zakorzenione w kulturze i odgrywają istotną rolę w kształtowaniu reakcji emocjonalnych wobec tego przedmiotu. Wśród najbardziej rozpowszechnionych stereotypów są te, zgodnie z którymi „zdolności matematyczne są wrodzone”, „nieliczne jednostki posiadają ścisły umysł”, „matematyka to dziedzina męska”, „matematyka jest oderwana od rzeczywistości” (Baczko-Dombi, 2017; Bedyńska i in., 2018; 2019; Nosek i in., 2002; Trusz, 2015; Turska i Oszwa, 2018). Uważa się, że podzielenie tych przekonań sprzyja powstawaniu lęku przed matematyką, ponieważ obniża

poczucie sprawczości, zniechęca do podejmowania wysiłku i utrwała negatywną interpretację porażek (Turska i Osza, 2018; Osza, 2020). Uczniowie, którzy wierzą, że sukces w matematyce zależy wyłącznie od wrodzonego talentu, którym obdarzeni są nieliczni, częściej rezygnują z prób zrozumienia materiału, unikają sytuacji matematycznych i doświadczają silniejszych reakcji lękowych w obliczu niepowodzeń (Baczko-Dombi, 2017; Bedyńska i in., 2018; Nosek i in., 2002). Stereotypowe postrzeganie matematyki jako dziedziny elitarniej i mało użytecznej w życiu codziennym dodatkowo pogłębia dystans emocjonalny wobec przedmiotu, utrudniając motywację i długofalowe zaangażowanie (Baczko-Dombi, 2017; Osza, 2020). Dziewczęta, które internalizują stereotyp na temat różnic płciowych w zdolnościach matematycznych, mimo obiektywnie dobrych wyników, częściej oceniają swoje umiejętności jako niższe, rzadziej angażują się w zadania matematyczne i silniej przeżywają porażki (Bedyńska i Dreszer, 2006; Bedyńska i in., 2018; 2019). W efekcie, przekonania te nie tylko zniekształcają obraz matematyki, ale również znacząco przyczyniają się do rozwoju i utrwalenia lęku przed matematyką, niezależnie od faktycznych kompetencji uczniów.



Postrzeganie matematyki jako dziedziny elitarniej i mało użytecznej w życiu codziennym pogłębia dystans emocjonalny wobec przedmiotu, utrudniając motywację i długofalowe zaangażowanie.

Środowisko domowe

Pokoleniowa transmisja lęku przed matematyką. Istotnym źródłem lęku przed matematyką, obok doświadczeń szkolnych, jest kulturowe kształtowanie postaw i emocji wobec tego przedmiotu w środowisku rodzinnym. Rodzice, którzy sami odczuwają lęk przed matematyką, mogą (często nieświadomie i niezamierzenie) przekazywać dzieciom negatywne nastawienie do matematyki. Wyniki licznych badań (Casad i in., 2015; Guzmán i in., 2023; Maloney i in., 2015; Sari i Hunt, 2020; Soni i Kumari, 2017; Szczygiel, 2020a) sugerują, że wyższy poziom lęku przed matematyką u rodziców wiąże się z wyższym poziomem lęku przed matematyką oraz niższym poziomem wykonania zadań matematycznych u ich dzieci. Wyniki badań sugerują, że ta zależność nasila się, gdy lękliwi rodzice często pomagają dzieciom w pracach domowych z matematyki – w takich przypadkach dzieci mogą podzielać emocje dorosłych, co w konsekwencji może pogarszać ich wyniki w zakresie matematyki i nasilać lęk wobec przedmiotu (Maloney i in., 2015). Dodatkowo, jak wykazali Casad i in. (2015), szczególnie silne efekty obserwuje się w parach tej samej płci, zwłaszcza w relacji matka – córka. Autorzy wskazują również, że podzielenie stereotypów płciowych („matematyka jest męska”) zwiększa poziom lęku, który pośredniczy w obniżaniu samooceny i osiągnięć matematycznych.

Uważa się, że pokoleniowa transmisja lęku przed matematyką opiera się na mechanizmie obserwacji zachowań oraz internalizacji przekonań i emocji (Berkowitz i in., 2015; Oszwa, 2020; Maloney i in., 2015). Dzieci są szczególnie wrażliwe na emocje wyrażane przez dorosłych, dlatego, obserwując niepokój, frustrację lub unikanie zadań matematycznych przez rodziców, uczą się traktować matematykę jako stresującą lub zagrażającą (Guzmán i in., 2023; Szczygieł, 2020a). Rodzice z wysokim poziomem lęku przed matematyką często udzielają pomocy w sposób nieskuteczny, ponieważ brakuje im cierpliwości wobec błędów dzieci i zadawanych przez nie pytań (Berkowitz i in., 2015; Turska i Oszwa, 2018). W relacjach uczniowskich pojawiają się narracje, w których rodzice komentują problemy dziecka słowami: „trzeba było uważać na lekcjach, to byś wiedział”, „to nie ja się uczę matematyki, tylko ty”, „tak się to robi i koniec”. Tego rodzaju komunikaty nie tylko nie wspierają zrozumienia, ale również mogą prowadzić do internalizacji negatywnych przekonań, takich jak: „jestem za głupi, żeby to zrozumieć” albo „nigdy nie nauczę się matematyki, bo moi rodzice też jej nie umieli”. Można przypuszczać, że tego typu komunikaty, choć często przekazywane nieświadomie, mogą wywierać długofalowy negatywny wpływ na samoocenę dziecka oraz na jego lękowy stosunek do matematyki (Oszwa, 2020).

Środowisko szkolne

Metody kształcenia. W wielu narracjach uczniowskich jako główne źródło lęku przed matematyką wskazywane są tradycyjne metody kształcenia oraz organizacji zajęć dydaktycznych. Do najczęściej wymienianych należą: przekazywanie dużych partii materiału w szybkim tempie, nastawienie na zapamiętywanie materiału, brak indywidualizacji treści i metod kształcenia, koncentrowanie się na wyniku, a nie na procesie uczenia się, promowanie rywalizacji (Finlayson, 2014; Szczygieł i Pieronkiewicz, 2022; Tobias, 1981; Took i Lindstrom, 1998). Takie praktyki dydaktyczne prowadzą do sytuacji, w której uczniowie nie czują się bezpiecznie w kontakcie z matematyką, unikają zadawania pytań, a popełnianie błędów traktują jako porażkę. Wyniki badania PISA z 2022 roku wskazują, że polscy uczniowie rzadko sygnalizują brak zrozumienia podczas lekcji matematyki. Tylko mniej niż jedna trzecia z nich deklaruje, że w takich sytuacjach zadaje pytania, co plasuje Polskę wśród krajów o najniższym wskaźniku tego typu aktywności uczniowskiej (OECD, 2024).

Wśród czynników uznawanych za sprzyjające ograniczaniu lęku przed matematyką wymienia się aktywizujące metody kształcenia i środki organizacji zajęć dydaktycznych (Hunt i Petronzi, 2024; Mammarella i in., 2019). Należą do nich m.in. praca w parach lub grupach, tutoring rówieśniczy, korzystanie z pomocy dydaktycznych i technologii, tworzenie wspierającej, bezpiecznej atmosfery w klasie, w której uczniowie są zachęceni do otwartego dzielenia się

pomysłami i trudnościami. Spośród wielu strategii wspierających uczniów w łagodzeniu lęku przed matematyką, szczególnie dobrze udokumentowane empirycznie są dwie: udzielanie konstruktywnej informacji zwrotnej (Núñez-Peña i in., 2013; 2015; Smit i in., 2023) oraz możliwość powtórnego testowania (Catanzano i Wilson, 1977; Friedman, 1987). Udzielanie informacji zwrotnej, zwłaszcza dotyczącej procesu rozumowania w trakcie rozwiązywania zadań oraz zawierającej analizę błędów, pozwala uczniom zrozumieć, że niepowodzenia są naturalną częścią uczenia się matematyki. Prowadzi to do zmniejszenia lęku przed popełnianiem błędów, buduje poczucie bezpieczeństwa i wspiera rozwój pozytywnego nastawienia do przedmiotu.

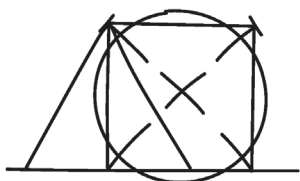
// Udzielanie informacji zwrotnej, zwłaszcza zawierającej pogłębioną analizę błędów, pozwala uczniom zrozumieć, że niepowodzenia są naturalną częścią uczenia się matematyki.

Komplementarną strategią, która pozwala uczniom podchodzić do oceniania w sposób mniej stresujący, zorientowany na rozwój, a nie na jednorazowy wynik, jest powtarzane testowanie. Uważa się, że możliwość ponownego sprawdzenia wiedzy, zwłaszcza jeśli towarzyszy jej informacja o popełnionych błędach, sprzyja lepszemu zapamiętywaniu materiału, zwiększa motywację do uczenia się oraz zmniejsza lęk egzaminacyjny. Choć wyniki badania Juhlera i in. (1998) nie dostarczają jednoznacznych dowodów na to, że powtarzane testowanie bezpośrednio obniża lęk przed matematyką, potwierdzają jego skuteczność w poprawie osiągnięć uczniów. Zważywszy, że słabe wyniki w uczeniu się mogą nasilać lęk przed matematyką, metoda ta może w sposób pośredni zmniejszać lęk przed matematyką.

Podsumowanie

Uwarunkowania lęku przed matematyką są wielowymiarowe i obejmują zarówno indywidualne doświadczenia ucznia, jak i czynniki społeczno-edukacyjne. Kluczowe ryzyko stanowią powtarzające się niepowodzenia (utrwalające poczucie bezradności intelektualnej), wysoki lęk jako cecha osobowości oraz lęk egzaminacyjny, a także demograficzne i kulturowe czynniki (płeć, wiek, stereotypy, transmisja lęku przed matematyką w rodzinie). Mechanizmy ochronne to przede wszystkim wysokie poczucie własnej skuteczności i pozytywna samoocena umiejętności matematycznych, motywacja wewnętrzna oraz sprawne funkcje poznawcze (inteligencja płynna, pamięć robocza, kontrola poznawcza). Istotną rolę odgrywa też środowisko szkolne: aktywizujące metody nauczania, konstruktywna informacja zwrotna i możliwość powtórnego testowania, które wspierają bezpieczeństwo uczniów i akceptację błędów jako element procesu uczenia się.

3. LĘK PRZED MATEMATYKĄ – KONTEKST KRAJOWY



3.1. CHARAKTERYSTYKA LĘKU PRZED MATEMATYKĄ W RÓŻNYCH GRUPACH WIEKOWYCH W POLSCE

W Polsce prowadzi się intensywne badania nad lękiem przed matematyką w różnych grupach wiekowych, od dzieci w wieku wczesnoszkolnym (np. Szczygieł, 2019; Szczygieł i Pieronkiewicz, 2022), przez uczniów starszych klas szkół podstawowych (np. Oszwa i Chmiel, 2017), aż po dorosłych (Cipora i in., 2015; Zapła, 2023), w tym studentów (Szczygieł, 2022, 2023) i przyszłych nauczycieli edukacji przedszkolnej i wczesnoszkolnej (Szczygieł i Cipora, 2016). Należy przy tym podkreślić, że mimo rosnącej liczby badań, precyzyjna ocena poziomu lęku przed matematyką w różnych grupach wiekowych jest trudna. Jednym z fundamentalnych wyzwań jest brak jasnych, powszechnie akceptowanych kryteriów diagnostycznych lęku przed matematyką, który nie jest formalnie uznawany za odrębne zaburzenie w głównych systemach klasyfikacyjnych, takich jak DSM (American Psychiatric Association, 2013) czy ICD-11 (World Health Organization, 2018). Brakuje też „złotego standardu” w pomiarze lęku przed matematyką, czyli jednego, powszechnie uznawanego i stosowanego narzędzia lub jednej, powszechnie stosowanej metody interpretacji jego poziomu. W badaniach nad lękiem przed matematyką używa się dużej liczby skal pomiarowych, co prowadzi do znaczących trudności w porównywaniu wyników uzyskiwanych w badaniach prowadzonych w różnych krajach i w różnych grupach wiekowych, lub w tych samych krajach i grupach wiekowych, ale z wykorzystaniem innych narzędzi pomiarowych (Luttenberger i in., 2018). Ponadto w przypadku niektórych narzędzi brakuje danych empirycznych z badań walidacyjnych potwierdzających ich wysoką trafność i rzetelność (Mulhern i Rae, 1998).

Duże trudności powoduje też brak wytycznych dotyczących oceny poziomu lęku przed matematyką jako niskiego, średniego lub wysokiego w oparciu o wynik otrzymany w danej skali. Badacze przyjmują w tym zakresie różne strategie, obierając sztywne kryteria punktowe dla danego zakresu skali (np. Oszwa i Szablowska, 2019; Szczygieł, 2022; Szczygieł i Pieronkiewicz, 2022) lub oceniając poziom lęku w porównaniu do wyników innych osób w danej grupie badawczej (np. Cipora i in., 2018). W Polsce nie zostały przeprowadzone badania normalizacyjne

żadnego narzędzia do pomiaru lęku przed matematyką na reprezentatywnej próbie. Sprawia to, że badacze kierują się różnymi kryteriami przy ocenie poziomu lęku, a porównywanie wyników badań w poszczególnych grupach wiekowych jest utrudnione. Często badacze nie podają też informacji na temat tego, jaka część osób badanych odczuwała lęk niski, średni czy wysoki, skupiając się na związkach lęku przed matematyką z innymi czynnikami (np. osiągnięciami) i podając tylko średni wynik dla całej badanej grupy. Z tych względów ocena poziomu lęku wśród różnych grup wiekowych w Polsce jest trudna, a formułowanie wniosków na podstawie dostępnych wyników badań powinno być prowadzone z dużą ostrożnością oraz z uwzględnieniem ograniczeń stosowanych narzędzi i przyjętych kryteriów oceny.

// W Polsce nie zostały przeprowadzone badania normalizacyjne żadnego narzędzia do pomiaru lęku przed matematyką na reprezentatywnej próbie. Badacze kierują się różnymi kryteriami przy ocenie poziomu lęku, należy zatem zachować ostrożność w wyciąganiu wniosków.

Warto również podkreślić, że zgodnie z naszą wiedzą, badania w polskiej populacji prowadzone były wyłącznie w obszarze lęku przed matematyką rozumianego jako cecha, a nie jako stan. Tym samym, analizując wyniki dotyczące tego zagadnienia, należy mieć na uwadze, że poziom lęku jako cechy i jako stanu w obszarze matematyki mogą się różnić. Badania nad związkiem między lękiem cechą i stanem w zakresie matematyki są jednak nieliczne, nawet w perspektywie międzynarodowej (Orbach i in., 2019, 2022).

3.1.1. Lęk przed matematyką wśród dzieci w wieku wczesnoszkolnym

Jak wskazują badania podłużne Szczygieł i Pieronkiewicz (2022), uczniowie pierwszej klasy szkoły podstawowej charakteryzują się stosunkowo niskim poziomem lęku przed matematyką. Większość badanych dzieci (41–49%, w zależności od momentu roku szkolnego) wykazywała niski poziom lęku przed matematyką, około jednej czwartej (22–36%) doświadczało lęku umiarkowanego, a jedynie niewielki odsetek dzieci (poniżej 3%) odczuwał wysoki poziom tego lęku. Natomiast około jednej czwartej dzieci w ogóle nie deklaroowało odczuwania lęku przed matematyką. We wszystkich trzech pomiarach, wykonywanych na przestrzeni pierwszej klasy, lęk przed byciem testowanym z matematyki był istotnie wyższy niż lęk przed uczeniem się tego przedmiotu. Główne powody lęku, deklarowane przez dzieci, to obawa przed porażką (50–57%), strach przed otrzymaniem złej oceny (13–39%) oraz trudność zadań (20–26%). Wyniki te wskazują, że lęk przed matematyką obecny jest już na początku edukacji wczesnoszkolnej, jednak jego poziom jest stosunkowo niski.

Badania Szczygieł (2019) wskazują, że wyższy poziom lęku przed matematyką jest związany z niższymi osiągnięciami matematycznymi już w klasach 2–3 szkoły podstawowej. Wynik ten został potwierdzony również w badaniach podłużnych (Szczygieł i in., 2024), w których lęk przed matematyką i osiągnięcia matematyczne były mierzone na początku i na końcu pierwszej klasy oraz na końcu drugiej. Jak wykazały analizy, osiągnięcia matematyczne pod koniec pierwszej klasy pozwalały przewidywać poziom lęku przed matematyką w klasie drugiej, a lęk przed matematyką pod koniec pierwszej klasy był predyktorem osiągnięć matematycznych w klasie drugiej, nawet wówczas, gdy kontrolowano zmienne socjodemograficzne, poznawcze i emocjonalne. Badanie to sugeruje wzajemną dwukierunkową zależność lęku przed matematyką i osiągnięć matematycznych wśród polskich uczniów już w pierwszych dwóch latach nauki szkolnej.



Lęk przed matematyką obecny jest już na początku edukacji wczesnoszkolnej, jednak jego poziom jest stosunkowo niski.

Podsumowując, lęk przed matematyką jest obecny u polskich dzieci już w pierwszych klasach szkoły podstawowej, jednak jego poziom jest początkowo niski. Obawa przed porażką i oceną społeczną są istotnymi czynnikami związanymi z lękiem przed matematyką nawet u małych dzieci, co sugeruje znaczenie budowania bezpiecznego środowiska uczenia się od samego początku edukacji (Szczygieł i Pieronkiewicz, 2022). Badania wskazują również, że lęk przed matematyką u dzieci w klasach 1–3 nie może być całkowicie wyjaśniony przez ogólną skłonność do odczuwania lęku (Szczygieł, 2020b) oraz że już w tym wieku lęk przed matematyką może prowadzić do niższych wyników w zakresie matematyki, a niższe wyniki mogą nasilać lęk przed tym przedmiotem (Szczygieł i in., 2024). Wyniki te wskazują na potrzebę podejmowania wczesnych działań profilaktycznych w celu zapobiegania rozwojowi i pogłębianiu się lęku przed matematyką w późniejszym czasie.

3.1.2. Lęk przed matematyką wśród dzieci w wieku szkolnym i adolescentów

Badania nad rozpowszechnieniem lęku przed matematyką i jego potencjalnymi konsekwencjami w polskim systemie edukacji prowadzone są również wśród uczniów w wieku szkolnym i adolescentów. Jak deklarują autorzy projektu EduNav (EduNav, 2024), przeprowadzonego online w grupie 3048 uczniów uczęszczających do szkoły podstawowej, poziom lęku przed matematyką wśród polskich uczniów rośnie wraz z wiekiem. Obserwacja ta jest zgodna z wynikami uzyskanymi w populacjach innych niż polska (Dowker i in., 2016; Wang i in., 2014). Trudno jest jednak sformułować precyzyjne wnioski na temat zmian poziomu lęku przed

matematyką wraz z wiekiem, ponieważ nie prowadzi się na ten temat wielu badań podłużnych. Autorzy badania EduNav wskazują, że aż 92,7% ankietowanych uczniów deklarowało odczuwanie lęku przed matematyką, jednak nie podają, jaka część uczniów odczuwała lęk silny, umiarkowany czy niski.

Wśród polskich badań dotyczących poziomu lęku u uczniów w wieku szkolnym i adolescentów warto wymienić prace Oszwy i współpracowników (np. Oszwa i Chmiel, 2017; Oszwa i Szablowska, 2019). Średni poziom lęku przed matematyką wśród uczniów klas 4 i 6 można określić jako umiarkowany (Oszwa i Chmiel, 2017). Poziom lęku w klasie 4 był statystycznie istotnie wyższy niż w klasie 6, co może wskazywać na jego wyższy poziom na początku nowego etapu edukacyjnego, związanego z koniecznością adaptacji do zmienionych warunków nauczania (np. większej liczby nauczycieli). Może też zależeć od specyfiki grupy lub nauczyciela matematyki. W przywołanym badaniu (Oszwa i Chmiel, 2017) nie określono odsetka uczniów doświadczających niskiego, średniego czy wysokiego poziomu lęku, natomiast w badaniu Oszwy i Szablowskiej (2019) wśród uczniów klas 1 i 3 gimnazjum ustalono, że niski poziom lęku obserwuje się u 30,2% uczniów, średni poziom u 20,7% oraz wysoki u 49,1%.

W kontekście badań dotyczących uczniów szkoły średniej na szczególną uwagę zasługują wyniki badania PISA (Programme for International Student Assessment), koordynowanego przez Organizację Współpracy Gospodarczej i Rozwoju (OECD). Badania te dostarczają porównywalnych na skalę międzynarodową danych na temat wiedzy i umiejętności 15-letnich uczniów w zakresie matematyki, czytania i nauk przyrodniczych. Oprócz wiedzy i umiejętności edukacyjnych, PISA bada również inne czynniki istotne dla uczenia się matematyki, w tym lęk przed matematyką, samoocenę umiejętności matematycznych i poczucie własnej skuteczności w matematyce. Badania PISA nie tylko prowadzone są na dużych, reprezentatywnych próbach, ale też umożliwiają obserwowanie poziomu poszczególnych wskaźników na przestrzeni lat oraz porównywanie ich z wynikami w innych krajach. Badanie PISA przeprowadzane jest co trzy lata od 2000 roku, przy czym dodatkowe czynniki związane z uczeniem się matematyki, takie jak lęk czy samoocena, były badane w tych edycjach PISA, w których matematyka była główną badaną dziedziną, tj. w 2003, 2012 i 2022 roku (w innych latach głównymi badanymi dziedzinami było czytanie lub rozumowanie w naukach przyrodniczych).

Wyniki badań PISA 2022 wskazują na zauważalny poziom lęku przed matematyką wśród 15-letnich polskich uczniów (OECD, 2024): 10% uczniów nie odczuwało lęku przed matematyką, 26% odczuwało słaby lęk, 38% – przeciętny, a 26% – silny lęk. Należy przy tym podkreślić, że wskaźnik poziomu lęku przed matematyką w Polsce był wyższy w 2022 roku niż w 2012, przy czym metodologia pomiaru między tymi latami uległa jedynie nieznacznej zmianie (do pięciu

stwierzeń, które oceniali uczestnicy badań, w 2022 roku zostało dodane stwierdzenie „Czuję niepokój na myśl o niepowodzeniu w matematyce”). Co więcej, w 2012 roku polscy uczniowie wykazywali poziom lęku nieco poniżej średniej krajów OECD, natomiast w 2022 roku poziom ten był już powyżej średniej OECD (OECD 2023; 2024). Polska znalazła się wśród 37 krajów doświadczających takiego wzrostu, wpisując się w szerszy międzynarodowy trend rosnącego lęku przed matematyką. Wielkość tego wzrostu w Polsce wydaje się znacząca; polscy 15-latkowie w 2022 roku byli co najmniej o 10 punktów procentowych bardziej skłonni zgodzić się lub zdecydowanie zgodzić ze stwierdzeniami takimi jak „Staję się bardzo spięty/spięta, gdy muszę odrabiać zadanie domowe z matematyki” i „Staję się bardzo zdenerwowany/zdenerwowana, rozwiązując zadania matematyczne” w porównaniu do swoich rówieśników w 2012 roku (UNESCO, 2024). Jest to zgodne z trendami obserwowanymi wśród wszystkich krajów OECD łącznie, gdzie na przykład odsetek uczniów zgadzających się, że denerwują się, rozwiązując zadania matematyczne, wzrósł z 31% w 2012 roku do 39% w 2022 roku (Earp, 2024). Ten wzrastający trend lęku miał miejsce w okresie naznaczonym znaczącymi zmianami w trajektorii wyników Polski w zakresie osiągnięć matematycznych w PISA. Po istotnych wzrostach do 2012 roku, wyniki polskich uczniów w zakresie osiągnięć matematycznych nie zmieniły się lub obniżyły, czego kulminacją był gwałtowny spadek między 2018 a 2022 rokiem. Analizując spadki osiągnięć matematycznych, warto jednak podkreślić, że wpisują się one w ogólny międzynarodowy trend spadkowy obserwowany w PISA 2022, i że w 2022 roku Polska nadal plasowała się na skali wyników matematycznych powyżej średniej OECD (OECD, 2023). Związek między osiągnięciami matematycznymi a lękiem przed matematyką w Polsce jest szczególnie silny na tle innych krajów. Analizy danych z 2003 roku wskazywały, że negatywna korelacja między lękiem przed matematyką a wynikami z matematyki w Polsce była stosunkowo silna ($r = -0,49$) w porównaniu z innymi krajami uczestniczącymi w badaniu, choć należy podkreślić, że autorzy nie porównywali różnic w poziomie siły zależności między krajami (Lee, 2009). W 2012 roku lęk przed matematyką wyjaśniał aż 22% ogólnej zmienności wyników polskich uczniów z matematyki, co było jednym z najwyższych odsetków wśród krajów uczestniczących w badaniach PISA (Cipora i in., 2018; OECD, 2023).

Wyniki badań PISA 2022 wskazują na zauważalny poziom lęku przed matematyką wśród 15-letnich polskich uczniów (OECD, 2024): 10% uczniów nie odczuwało lęku przed matematyką, 26% odczuwało słaby lęk, 38% – przeciętny, a 26% – silny lęk.

Podsumowując, niewiele wiadomo na temat odsetka młodszych uczniów odczuwających określony poziom lęku przed matematyką oraz na temat zmian poziomu lęku przed matematyką

z wiekiem u uczniów szkoły podstawowej. Więcej wiadomo na temat adolescentów, choć wyniki badań PISA można interpretować tylko w kontekście zmian kohortowych. Dostępne dane PISA wskazują na trend wzrostowy w średnim zgłaszanym przez uczniów lęku przed matematyką wśród polskich 15-latków między cyklami PISA 2012 i 2022. Równocześnie poziom osiągnięć matematycznych w 2022 był znacząco niższy w porównaniu do 2012, choć wyniki polskich uczniów nadal pozostają powyżej średniej OECD. Wprawdzie obserwowany spadek wyników i wzrost lęku wpisują się w szersze trendy międzynarodowe, a na wyniki PISA 2022 niewątpliwie wpłynęła pandemia COVID-19 i związana z nią edukacja zdalna, nie należy jednak lekceważyć tych zmian jako spowodowanych wyłącznie sytuacją tymczasową. Wyższy poziom lęku w 2022 roku, w połączeniu z umiarkowanym związkiem między lękiem a osiągnięciami polskich uczniów sugerują, że lęk przed matematyką staje się coraz bardziej krytycznym problemem w polskiej edukacji matematycznej i konieczne jest podjęcie odpowiednich działań zaradczych.

3.1.3. Lęk przed matematyką wśród osób dorosłych w Polsce

Lęk przed matematyką nie jest zjawiskiem ograniczonym do okresu szkolnego. Jak wskazują wyniki badań, nie zanika on później (Hembree, 1990), a jego występowanie wśród dorosłych potwierdzają również polskie badania (m.in. Cipora i in., 2015; Szczygiel, 2020). Obszar badań nad lękiem przed matematyką wśród dorosłych, szczególnie rodziców oraz nauczycieli, jest istotny ze względu na kluczową rolę, jaką te osoby pełnią w kształtowaniu doświadczeń matematycznych i poziomu lęku przed matematyką u dzieci (Maloney i in., 2015; Schaeffer i in., 2020).

W Polsce określenie poziomu lęku przed matematyką wśród dorosłych, podobnie jak w przypadku uczniów, jest utrudnione z uwagi na zróżnicowane metody oceny poziomu lęku stosowane przez badaczy oraz częsty brak danych na temat rozkładu poziomu tego lęku (niski, średni, wysoki) w badanych próbach.

W badaniu Cipory i in. (2015), przeprowadzonym wśród studentów z wykorzystaniem skali AMAS, podano jedynie średni wynik w skali lęku, który można ocenić jako umiarkowany. Otrzymany wynik był zbliżony do średnich uzyskanych w próbach amerykańskiej (Hopko i in., 2003) i włoskiej (Primi i in., 2014). Badania wykazały też, że – podobnie jak u młodszych uczniów – lęk przed testowaniem jest u dorosłych Polaków wyższy niż lęk przed uczeniem się, a lęk przed matematyką koreluje negatywnie z samooceną umiejętności matematycznych (Cipora i in., 2015).

Kolejne badanie Cipory i in. (2018) przedstawiło średnie wyniki skali AMAS w podziale na płeć i formę przeprowadzenia badania. W wersji papierowej i w wersji online uzyskano różne średnie

dla kobiet i mężczyzn, lecz we wszystkich grupach średnie wyniki można określić jako przeciętny poziom lęku przed matematyką. Publikacja zawiera normy dla różnych grup wiekowych, płci oraz formy badania, co pozwala na ocenę wyników zbadanej grupy w kategoriach niskiego, średniego lub wysokiego poziomu lęku, zgodnie z rozkładem normalnym. Tym samym wyniki tego badania opierają się na założeniu, że niewielka liczba osób odczuwa bardzo niski i bardzo wysoki poziom lęku przed matematyką.

W badaniu Szczygieł (2023), dotyczącym studentów kierunków STEM, również zastosowano skalę AMAS. Wśród respondentów 43% zostało zaklasyfikowanych jako ci, którzy nie odczuwali lęku przed matematyką, 43% deklaroowało lęk o niskim natężeniu, 11% – o średnim, a jedynie 3% – o wysokim. Badanie wskazało więc na dosyć niski poziom lęku przed matematyką, przy czym w badanej grupie znalazły się również osoby z wysokim poziomem lęku, który mógł przyczyniać się do podwyższonego stresu i potencjalnie do rezygnacji ze studiów.

// Badania nad lękiem przed matematyką wśród dorosłych, szczególnie rodziców oraz nauczycieli, są istotne ze względu na kluczową rolę, jaką te osoby pełnią w kształtowaniu doświadczeń matematycznych i poziomu lęku przed matematyką u dzieci.

W badaniach Szczygieł i Cipory (2016), przeprowadzonych wśród studentek pedagogiki przedszkolnej i wczesnoszkolnej oraz studentek innych kierunków, nie podano danych o rozkładzie poziomu lęku przed matematyką. Przyjmując jednak kryteria z badania Szczygieł (2023), można przyjąć, że większość studentek pedagogiki odczuwała niski lub umiarkowany lęk, natomiast wśród studentek innych kierunków przeważały osoby nieodczuwające lęku lub wykazujące jego niski poziom. Jednocześnie studentki pedagogiki charakteryzowały się istotnie wyższym poziomem lęku przed matematyką niż studentki innych kierunków. Wynik ten jest zgodny z badaniami międzynarodowymi (Artemenko i in., 2021; Hembree, 1990) i rodzi obawy o ryzyko transferu lęku związanego z matematyką na uczniów (zwłaszcza na dziewczynki) (Beilock i in., 2010) oraz potencjalne preferowanie mniej efektywnych, proceduralnych metod nauczania przez nauczycieli z wyższym poziomem lęku przed matematyką (Schaeffer i in., 2020).

Na uwagę zasługuje również badanie Zapały (2023) przeprowadzone w grupie osób dorosłych, głównie kobiet. W odniesieniu do codziennych sytuacji związanych z matematyką – takich jak dzielenie rachunku w restauracji czy obliczanie wypłaty – 74–87% badanych deklaroowało niski poziom lęku („w ogóle się nie denerwuję” lub „trochę się denerwuję”). Nieco więcej osób deklaroowało lęk o różnym natężeniu w obszarze czynności bliżej związanych z matematyką szkolną, takich jak zdobycie nowych umiejętności matematycznych (23,2%), otworzenia zeszytu

ćwiczeń z matematyki (19,5%) czy wyjaśnienia komuś problemu matematycznego (20,3%). Ograniczeniem badania jest to, że zostało przeprowadzone z użyciem autorskiego narzędzia, o nieznanymi właściwościach psychometrycznych.

Podsumowując, polskie badania nad lękiem przed matematyką prowadzone są w różnych grupach osób dorosłych. Jak wspomniano wcześniej, formułowanie ogólnych wniosków dotyczących poziomu lęku przed matematyką wśród polskich dorosłych jest jednak trudne z powodu różnic w stosowanych narzędziach badawczych oraz specyfiki grup osób uczestniczących w badaniu (np. studentów kierunków STEM czy pedagogiki). Niemniej, ogólny obraz wyników sugeruje, że silny lęk przed matematyką wśród dorosłych Polaków nie jest zjawiskiem powszechnym.

3.2. RÓŻNICE PŁCIOWE W POZIOMIE LĘKU PRZED MATEMATYKĄ I ZWIĄZEK Z WYBORAMI EDUKACYJNYMI POLSKICH UCZNIÓW

Większość badań, zarówno międzynarodowych, jak i polskich, wskazuje, że dziewczęta cechują się zwykle wyższym poziomem lęku przed matematyką niż chłopcy (Dowker i in., 2016; Szczygieł, 2019; Turska, 2018). Średni efekt płci szacowany jest jednak na mały (Hyde, 2005; OECD, 2013). Chociaż w szkole podstawowej te różnice często nie są jeszcze widoczne (Dowker i in., 2016), to już u adolescentów występują powszechnie – według badań PISA z 2013 roku, lęk przed matematyką był wyższy u dziewcząt w 90% krajów objętych badaniem (OECD, 2013).

Badania przeprowadzone wśród polskich uczniów wskazują, że różnica w poziomie lęku przed matematyką między chłopcami i dziewczętami może pojawiać się już w klasach 1–3 (Szczygieł, 2019), przy czym wielkość efektu płci wykryta w badaniu była mała. Ten efekt jest również widoczny wśród polskich nastolatków, co potwierdzają wyniki PISA 2022. Wskazują one na wyższy poziom lęku przed matematyką u dziewcząt w Polsce, mimo braku różnic w umiejętnościach matematycznych między płciami (OECD, 2023). Warto jednak zaznaczyć, że różnica w poziomie lęku przed matematyką między płciami jest w Polsce mniejsza niż średnia różnica w krajach OECD (OECD, 2024). Badania polskich maturzystów (Turska, 2018) oraz studentów (Cipora i in., 2015) również wykazały znacząco wyższy poziom lęku przed matematyką u kobiet w porównaniu z mężczyznami, a wielkość tego efektu można ocenić jako umiarkowanie dużą. Polskie badania wskazują też na wyraźnie większe różnice płciowe w lęku przed matematyką w podskali lęku przed byciem testowanym, niż w podskali lęku przed uczeniem się matematyki (Cipora i in., 2015; Szczygieł, 2019; Turska, 2018).

// Wyniki PISA 2022 wskazują na wyższy poziom lęku przed matematyką u dziewcząt w Polsce, mimo braku różnic w umiejętnościach matematycznych między płciami (OECD, 2023).

Choć wyższy lęk przed matematyką u kobiet może mieć wiele przyczyn, badacze łączą to zjawisko z wyższym poziomem lęku ogólnego u kobiet (lub większą chęcią dzielenia się własnymi emocjami) oraz z ekspozycją na stereotypy płciowe, które przedstawiają chłopców jako mających większe predyspozycje do matematyki. Stereotypy takie mogą prowadzić do powstania zjawiska zagrożenia stereotypem – sytuacji, w której osoby należące do danej grupy odczuwają stres związany z ryzykiem potwierdzenia negatywnego stereotypu na temat tej grupy (Bedyńska i in., 2018; Dowker i in., 2016; Turska, 2018). Pierwsza hipoteza może być szczególnie zasadna w młodszych grupach wiekowych, w których rola lęku ogólnego jako predyktora lęku przed matematyką jest silniejsza niż w starszym wieku (Szczygieł i in., 2024; Szczygieł i in., w druku). Wskazują na to również badania podłużne Szczygieł (2020a) przeprowadzone w grupie dzieci w klasie pierwszej i drugiej, w których zaobserwowano, że różnice płciowe w poziomie lęku przed matematyką można całkowicie wyjaśnić poziomem lęku ogólnego.

Wyższy lęk dziewcząt przed matematyką może mieć istotne konsekwencje dla ich wyborów edukacyjnych, w szczególności rezygnację ze ścisłych i technicznych kierunków studiów (tzw. kierunków STEM) (Choe i in., 2019). Wskazują na to m.in. badania przeprowadzone wśród polskich maturzystów, dotyczące związku ocen z matematyki oraz lęku przed nią z deklarowanym wyborem kierunku studiów (Turska, 2018). Dziewczęta w tym badaniu miały istotnie wyższy poziom lęku przed matematyką niż chłopcy, mimo że ich oceny z matematyki były nieco wyższe. Jednocześnie chłopcy ponad dwukrotnie częściej planowali studia na kierunkach STEM. Analizy pokazały, że lęk przed byciem testowanym z matematyki zniechęcał do wyboru kierunków STEM obie płcie, ale związek ten był silniejszy u dziewcząt. Najbardziej uderzająca była jednak różnica w tym, jakie oceny zdawały się „otwierać drogę” do STEM. W przypadku chłopców, już ocena dostateczna (w porównaniu do dopuszczającej) znacząco zwiększała szansę wyboru takiego kierunku, a największy skok następował przy ocenie dobrej. Tymczasem u dziewcząt, dopiero ocena bardzo dobra (w porównaniu do dobrej) sprawiała, że prawdopodobieństwo wyboru ścieżki STEM rosło znacząco (około dziewięciokrotnie). Wyniki te sugerują, że dziewczęta (być może pod wpływem stereotypów lub niższej wiary we własne umiejętności matematyczne) stosują wobec siebie znacznie wyższe wymagania i tylko przy najwyższych ocenach czują się wystarczająco kompetentne, by rozważać karierę w naukach ścisłych (Turska, 2018). Podobne wyniki zaobserwowano w badaniach Zawistowskiej i Sadowskiego (2019), zgodnie z którymi dziewczęta z mniejszym prawdopodobieństwem

niż chłopcy decydowali się na zdawanie rozszerzonej matury z matematyki, nawet jeśli kontrolowany był efekt szkoły i poziomu umiejętności (oceniany na podstawie wyników matury podstawowej).

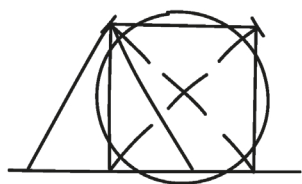
// Wyniki badań sugerują, że dziewczęta stosują wobec siebie znacznie wyższe wymagania i tylko przy najwyższych ocenach czują się wystarczająco kompetentne, by rozważać karierę w naukach ścisłych (Turska, 2018).

Rezygnacja z aktywności matematycznych i technicznych wśród dziewcząt może odbywać się już na wcześniejszych etapach edukacyjnych, oddziałując silnie na ich dalsze doświadczenia szkolne. Zawistowska (2017) wskazuje na przykład, że przyczyną większego odsetka mężczyzn wśród osób zdających najlepiej maturę podstawową z matematyki może być zjawisko autoselekcji płciowej w wyborze profilu szkoły średniej, w wyniku którego mniej dziewcząt decyduje się na profile matematyczne, przez co w szkole mają mniej lekcji matematyki i bardziej ograniczone możliwości rozwijania kompetencji matematycznych. Badania Baczko-Dombi (2015) z kolei wskazują, że rezygnacja z profilu matematycznego może mieć znacznie poważniejsze konsekwencje niż tylko mniejsza liczba godzin matematyki. Skutkuje ona przyznaniem etykiety „humanisty” przez nauczycieli, którzy często traktują uczniów z klas humanistycznych jako niezdolnych do zrozumienia materiału matematycznego. Może to prowadzić do efektu samospełniającej się przepowiedni – jeśli uczeń słyszy, że jest słaby z matematyki, a nauczyciel poświęca mniej uwagi i wysiłku na próby wytłumaczenia mu materiału, może to prowadzić do faktycznie niższych osiągnięć matematycznych. W przypadku dziewcząt możemy mieć więc do czynienia z interakcją wielu czynników – predyspozycji do większej lęklivosti, internalizacji negatywnych stereotypów płciowych, niedoceniań własnych zdolności i stosowania wobec siebie wyższych wymagań, wczesnej rezygnacji z aktywności matematycznych, prowadzącej do innego traktowania przez rówieśników i nauczycieli – które oddziałują na siebie wzajemnie, wpływając na wyższy poziom lęku przed matematyką oraz dalsze wybory edukacyjne i zawodowe.

Polskie badania wskazują też na czynniki, które mogą sprzyjać wybieraniu kierunków STEM przez kobiety. Studentki kierunków STEM, z którymi wywiady przeprowadziła Zawistowska (2018), cechowały się pozytywnym stosunkiem emocjonalnym do matematyki oraz miały wysokie poczucie własnej skuteczności w matematyce. Z kolei badanie Jaśko (2019) wykazało, że koncentracja na podobieństwach między płciami (a nie na różnicach) skutkowałą większą motywacją uczestniczek do udziału w działaniach związanych ze STEM (np. w dodatkowych warsztatach).

Podsumowując, dane z badań prowadzonych w Polsce wskazują, że różnice płciowe w lęku przed matematyką na niekorzyść dziewcząt mogą pojawiać się już we wczesnych klasach i są wyraźnie widoczne w grupie adolescentów, pomimo braku istotnych różnic w umiejętnościach matematycznych. Zjawisko to, powiązane z oddziaływaniem stereotypów płciowych, może mieć realne konsekwencje, prowadząc do unikania przez dziewczęta zaawansowanej matematyki i kierunków STEM. Z kolei czynnikami zachęcającymi kobiety do aktywności matematycznych i kierunków STEM może być pozytywny stosunek emocjonalny do matematyki, wysokie poczucie własnej skuteczności w matematyce oraz działania związane z podkreślaniem podobieństw między płciami (zamiast różnic). Zrozumienie tych zależności jest kluczowe dla projektowania działań interwencyjnych mających na celu wspieranie dziewcząt w przezwyciężaniu lęku i rozwijaniu ich potencjału matematycznego.

4. POLSKIE WERSJE JĘZYKOWE NARZĘDZI DO POMIARU LĘKU PRZED MATEMATYKĄ



Polscy badacze dokonali walidacji anglojęzycznych narzędzi do pomiaru lęku przed matematyką, a także opracowali własne, co pozwala na prowadzenie badań naukowych w polskim kontekście edukacyjnym. Poniżej przedstawiono opis wybranych narzędzi, zwalidowanych na polskiej próbie dzieci, młodzieży i osób dorosłych.

4.1. MAQC (*MATH ANXIETY QUESTIONNAIRE FOR CHILDREN* – KWESTIONARIUSZ LĘKU PRZED MATEMATYKĄ DLA DZIECI)

Skala ta została opracowana przez Szczygieł (2020) i jest narzędziem samoopisowym przeznaczonym do pomiaru ogólnego poziomu lęku przed matematyką u dzieci w wieku wczesnoszkolnym (klasy 1–3, 6–11 lat). Badanie z wykorzystaniem MAQC jest prowadzone w formie wywiadu ustrukturyzowanego, w trakcie którego dzieci odpowiadają na pytania zadane przez badacza, rozpoczynające się prośbą „Powiedz mi”. Kwestionariusz obejmuje 12 pytań, np.: „Czy denerwujesz się, gdy pani wyjaśnia, jak rozwiązać zadanie z matematyki?”, „Czy denerwujesz się na myśl o popełnieniu błędu podczas rozwiązywania zadań?”, „Gdy jesteś na lekcji matematyki i pani mówi, że będziecie omawiać nowy temat, to czy się denerwujesz?”. Dziecko udziela odpowiedzi na pytania odpowiadając: „nie”, „trochę”, „tak”. Badania walidacyjne na próbie 241 dzieciach potwierdziły jednowymiarową strukturę skali oraz wykazały jej zadowalającą rzetelność. Badania trafności wykazały oczekiwane korelacje z innymi miarami lęku przed matematyką, lękiem ogólnym i egzaminacyjnym, samooceną umiejętności matematycznych, a także negatywne związki z osiągnięciami matematycznymi, które utrzymywały się nawet przy kontroli innych rodzajów lęku.

4.2. MAMAS-E (*MODIFIED AMAS FOR ELEMENTARY CHILDREN* – ZMODYFIKOWANA WERSJA AMAS DLA DZIECI W WIEKU WCZESNOSZKOLNYM)

Skala ta, opracowana przez Szczygieł (2019) dla uczniów z klas 1–3, jest zmodyfikowaną

wersją skali mAMAS opracowaną przez Carey i in. (2017) dla starszych dzieci. Podobnie jak w przypadku skali MAQC, badania z wykorzystaniem mAMAS-E polegają na przeprowadzeniu ustrukturyzowanego wywiadu z dzieckiem. Po odczytaniu każdej pozycji, dziecko odpowiada na pytanie „Czy odczuwasz niepokój w tej sytuacji?“, wybierając odpowiedź „tak”, „trochę” lub „nie”. mAMAS-E składa się z 9 pozycji opisujących różne aktywności matematyczne, np.: „Musisz wypełnić ćwiczenia z matematyki”, „Myślisz o sprawdzianie z matematyki dzień przed nim”, „Rozpoczyna się nowy temat na matematyce”. W przeciwieństwie do jednowymiarowej skali MAQC, mAMAS-E, poza ogólnym poziomem lęku przed matematyką, pozwala również ustalić poziom lęku w obszarze uczenia się matematyki (5 stwierdzeń) i bycia testowanym z matematyki (4 stwierdzenia). Dwuczynnikowa struktura skali została potwierdzona w badaniach walidacyjnych na próbie 420 dzieci. W badaniach tych wykazano zadowalającą trafność skali: zaobserwowano umiarkowane korelacje z lękiem ogólnym i testowym oraz związki z samooceną umiejętności matematycznych. Rzetelność skali była satysfakcjonująca dla wyniku ogólnego i podskali testowania, choć okazała się słaba dla podskali uczenia się. mAMAS-E było kluczowym narzędziem w badaniach podłużnych uczniów klas 1–2 (Szczygieł i in., 2024), a także w badaniach porównujących metodę pomiaru lęku przed matematyką za pomocą skal MAQC i mAMAS-E (Szczygieł, 2019).

4.3. AMAS (ABBREVIATED MATH ANXIETY SCALE – SKRÓCONA SKALA LĘKU PRZED MATEMATYKĄ)

Jest to jedna z najpopularniejszych na świecie skal do pomiaru lęku przed matematyką, opracowana przez Hopko i in. (2003). Skala składa się z 9 pozycji opisujących różne sytuacje związane z matematyką, np. „Myślenie o zbliżającym się teście z matematyki na 1 dzień przed nim”, „Obserwowanie pracy nauczyciela, który na tablicy rozwiązuje równanie”, „Rozpoczęcie nowego rozdziału w podręczniku do matematyki”. Respondenci oceniają poziom lęku na 5-stopniowej skali Likerta (1 – niewielki niepokój, 5 – silny niepokój). Polska wersja językowa AMAS została przygotowana przez Ciporę i współpracowników (2015) i testowana była na próbie 857 dorosłych Polaków, głównie studentów, oraz w grupie uczniów szkół średnich (Cipora i in., 2018). Badania potwierdziły jej dwuczynnikową strukturę, zgodną z oryginałem, obejmującą możliwość obliczania wyników nie tylko w zakresie ogólnego poziomu lęku przed matematyką, ale również w obszarze lęku przed uczeniem się matematyki i przed byciem testowanym z matematyki. Polska wersja AMAS wykazała wysoką rzetelność oraz dobrą trafność skali (korelacje z innymi miarami lęku i wynikami z zakresu matematyki i słabsze korelacje lub ich brak z miarami niezwiązanymi z lękiem przed matematyką). Potwierdzono również, że skalę AMAS można wykorzystywać niezależnie od formy przeprowadzenia badania: online lub w formie

papierowej (Cipora i in., 2018). Skala AMAS była używana w badaniach porównujących studentki pedagogiki z innymi studentkami (Szczygieł i Cipora, 2016), w badaniach studentów kierunków STEM (Szczygieł, 2023) oraz jako punkt odniesienia w walidacji innych narzędzi. Jest to obecnie jedno z podstawowych narzędzi wykorzystywanych w polskich badaniach uczniów starszych klas szkół podstawowych oraz uczniów szkół średnich. Choć skala AMAS bywa wykorzystywana w badaniach w grupie osób dorosłych, należy pamiętać, że treść pytań skali pozwala na trafny ekologicznie pomiar lęku przed matematyką tylko wśród tych dorosłych, którzy nadal mają doświadczenia edukacyjne związane z uczeniem się matematyki.

4.4. MAQA (MATH ANXIETY QUESTIONNAIRE FOR ADULTS – KWESTIONARIUSZ LĘKU PRZED MATEMATYKĄ DLA OSÓB DOROSŁYCH)

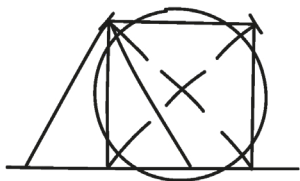
Jest to narzędzie opracowane i zwalidowane w Polsce przez Szczygieł (2022) na próbie 1237 dorosłych, obejmującej osoby niebędące studentami, studentów kierunków humanistyczno-społecznych oraz studentów kierunków STEM. Kwestionariusz składa się z 19 pozycji opisujących konkretne sytuacje wymagające użycia matematyki w życiu codziennym i zawodowym, np. „Obliczanie miesięcznej kwoty, jaką należy odkładać, aby w ciągu 3 lat zaoszczędzić 13 500 zł”, „Określenie, czy podana definicja liczby π jest prawdziwa: stosunek obwodu koła do jego średnicy”, „Dzielenie liczby 10 179 przez 13,5 bez użycia kalkulatora”. Analiza czynnikowa potwierdziła jednowymiarową strukturę kwestionariusza, co oznacza, że mierzy on ogólny poziom lęku związanego z rozwiązywaniem problemów matematycznych. MAQA charakteryzuje się bardzo wysoką rzetelnością oraz dobrą trafnością (wyniki korelują z innymi miarami lęku przed matematyką, postawą wobec matematyki, samooceną w zakresie umiejętności matematycznych, poczuciem własnej skuteczności i osiągnięciami). MAQA była używana w badaniach wśród nauczycieli edukacji wczesnoszkolnej i rodziców dzieci w wieku wczesnoszkolnym (Szczygieł, 2020) oraz wśród studentów STEM (Szczygieł, 2023). Jego główną zaletą jest lepsza trafność ekologiczna w porównaniu do skali AMAS w przypadku badania osób dorosłych, które nie są aktualnie uczniami w systemie edukacji matematycznej (np. rodziców, nauczycieli edukacji wczesnoszkolnej).

// Opisane skale lęku przed matematyką są narzędziami przeznaczonymi głównie do badań naukowych i nie powinny być stosowane w diagnozie indywidualnej, przede wszystkim ze względu na brak ogólnopolskich norm.

Podsumowanie

Podsumowując, skale MAQC i mAMAS-E były stosowane w badaniach dzieci w wieku wczesnoszkolnym, skala AMAS w grupie adolescentów i osób dorosłych, natomiast skala MAQA w grupie osób dorosłych. Należy podkreślić, że opisane skale lęku przed matematyką są przede wszystkim narzędziami przeznaczonymi do badań naukowych i nie powinny być stosowane w diagnozie indywidualnej, przede wszystkim ze względu na brak ogólnopolskich norm. Normy są niezbędne do interpretacji wyniku surowego danej osoby w odniesieniu do reprezentatywnej grupy odniesienia, co pozwala ocenić, czy poziom lęku danej osoby jest wysoki, niski czy przeciętny na tle populacji. W związku z tym, skale te mogą być stosowane jedynie do celów przesiewowych (czyli wstępnej identyfikacji osób, które mogą wymagać dalszej, pogłębionej diagnozy), ale nie do stawiania ostatecznych diagnoz. Warto też zauważyć, że opisane narzędzia pozwalają na pomiar lęku przed matematyką rozumianego jako cecha, nie jako stan. Tym samym pozwalają ocenić typowy poziom lęku przed matematyką, ale nie poziom lęku doświadczany w chwili podejmowania aktywności matematycznej. Uwaga ta wpisuje się w szerszą dyskusję na temat tego, czy lęk przed matematyką jako cecha ujawnia się w takim samym stopniu jak lęk przed matematyką jako stan oraz czy jego konsekwencje w obszarze edukacji matematycznej są analogiczne. W świetle obecnych ustaleń empirycznych, trudno jednoznacznie odpowiedzieć na to pytanie, ponieważ badania nad lękiem przed matematyką jako stanem są rzadkie (Orbach i in., 2019; 2022).

5. METODY ZMNIEJSZANIA LĘKU PRZED MATEMATYKĄ



Ze względu na negatywne konsekwencje lęku przed matematyką, takie jak związek z niższymi wynikami w uczeniu się (Barroso i in., 2021; Namkung i in., 2019; Zhang i in., 2019) i unikanie ścieżek edukacyjnych związanych z matematyką (czy szerzej, z obszarem STEM), istnieje pilna potrzeba tworzenia odpowiednich interwencji i metod zaradczych, mających na celu zapobieganie jego powstawaniu i rozwojowi. Przy projektowaniu tych działań konieczne jest jednak unikanie nadmiernych uproszczeń i ostrożne interpretowanie wyników badań. Kluczowe jest, aby projektowane interwencje oparte były na badaniach adekwatnych dla docelowej grupy, przy uwzględnieniu zróżnicowanej charakterystyki lęku w różnych grupach wiekowych i społecznościach. Należy też unikać nadmiernego pesymizmu, pamiętając, że lęk sam w sobie nie jest zjawiskiem wyłącznie negatywnym. Problemem jest, kiedy przyjmuje zbyt wysoki poziom. Lęk o odpowiednim natężeniu może wspierać rozwój kompetencji matematycznych, motywując uczniów do rozwiązywania zadań i świadcząc o wadze, jaką przypisują osiągnięciom matematycznym (Oszwa, 2020; Szűcs i Toffalini, 2023).

// Należy pamiętać, że lęk sam w sobie nie jest zjawiskiem wyłącznie negatywnym. Problemem jest, kiedy przyjmuje zbyt wysoki poziom.

Dowker, Sarkar i Looi (2016) wskazują dwa główne rodzaje działań ukierunkowanych na zmniejszanie (lub przeciwdziałanie powstawaniu) lęku przed matematyką: rozwijanie kompetencji matematycznych ucznia (co przede wszystkim zwiększa pewność siebie i umiejętność radzenia sobie z wyzwaniami matematycznymi) poprzez skuteczne interwencje dydaktyczne (efektywne uczenie się – nauczanie matematyki) oraz praca nad poznawczymi i afektywnymi aspektami lęku, takimi jak negatywne myśli czy typowe reakcje stresowe – poprzez interwencje psychologiczne, w tym głównie oparte na paradygmacie poznawczo-behawioralnym (CBI – cognitive-behavioral intervention approach). Pierwsze podejście może być szczególnie skuteczne w przypadku zapobiegania rozwojowi i zmniejszania lęku przed matematyką rozumianego jako cecha, podczas gdy drugie może być szczególnie istotne w przypadku działań ukierunkowanych na zmniejszanie lęku przed matematyką rozumianego jako stan.

Poniżej dokonano przeglądu działań prowadzonych w pierwszym i/lub drugim nurcie oraz podsumowano analizę rekomendacją łączenia różnych podejść, ze względu na bardzo duże zróżnicowanie potrzeb i możliwości odbiorców interwencji, którymi są osoby uczące się w zespole klasowym (a nie beneficjenci wsparcia indywidualnego).

5.1. INTERWENCJE DYDAKTYCZNE SŁUŻĄCE OBNIŻENIU LĘKU PRZED MATEMATYKĄ

5.1.1. Skuteczne metody kształcenia

Jednym z kluczowych sposobów na zmniejszenie poziomu lęku przed matematyką u dzieci jest zmiana tradycyjnych metod prowadzenia lekcji na bardziej angażujące i wspierające indywidualny rozwój każdej osoby uczącej się (Balt, Börnert-Ringleb i Orbach, 2022). Nauczyciel, tworząc atmosferę sprzyjającą zadawaniu pytań i testowaniu różnych rozwiązań i strategii działania (z akceptacją popełniania błędów jako naturalnego etapu uczenia się), może sprawić, że uczniowie będą chętniej podejmować wyzwania matematyczne i będą w mniejszym stopniu obawiać się pomyłek. Istotna jest zmiana podejścia do oceniania, które zredukowane jest często do punktowej/procentowej informacji o osiągnięciu danego ucznia bez rzetelnej analizy tego, z czym sobie radzi, a co stanowi dla niego trudność (Oszwa, 2020).

Jak zaznaczają Luttenberger, Wimmer i Paechter (2018), podkreślanie przez nauczyciela postępów każdego ucznia – nawet drobnych – wzmacnia poczucie kompetencji i obniża negatywne emocje. Szczególnie ważne jest unikanie zawstydzania (np. podczas odpytywania ucznia przy tablicy) i publicznego porównywania wyników, co szczególnie wśród młodszych uczniów może wywoływać dodatkową presję i lęk przed ekspozycją społeczną w sytuacji odpytywania.

Dla skutecznego nauczania matematyki istotne jest stosowanie metod pracy, które integrują teorię z praktyką i odwołują się do życiowych doświadczeń uczniów.

// Należy unikać zawstydzania (np. podczas odpytywania ucznia przy tablicy) i publicznego porównywania wyników, co szczególnie wśród młodszych uczniów może wywoływać dodatkową presję i lęk przed ekspozycją społeczną w sytuacji odpytywania.

Przykładem mogą być projekty, w których matematyka pełni rolę narzędzia do rozwiązywania rzeczywistych problemów samodzielnie zaobserwowanych przez uczniów. W takim ujęciu

uczniowie nie postrzegają matematyki jako abstrakcyjnego, oderwanego od rzeczywistości przedmiotu – co często budzi lęk – lecz jako praktyczne narzędzie do radzenia sobie z bieżącymi i przyszłymi wyzwaniami (Knopik i Oszwa, 2021). Ta praktyczność matematyki może być podkreślona poprzez włączenie jej w zakres codziennych interakcji między dziećmi a rodzicami – jak to uczynił Berkowitz ze współpracownikami (2015). Dzieci i ich rodzice zostali poproszeni o systematyczne (kilka razy w tygodniu) wspólne zapoznawanie się z nowymi zagadnieniami matematycznymi (za pośrednictwem aplikacji na tablet), a następnie udzielanie odpowiedzi na zadane pytania. Efekt interwencji był szczególnie silny wśród dzieci, których rodzice wykazywali wysoki poziom lęku przed matematyką – w ich przypadku przyrost umiejętności matematycznych był istotnie wyższy niż u rówieśników. Wyniki tych badań sugerują, że nawet bardzo krótkie, ale dobrze zaplanowane, np. silnie angażujące rodziców i dzieci, interwencje, skierowane do środowiska domowego, pomagają przerwać negatywny cykl, w którym lęk rodzica przed matematyką skutkuje niższymi osiągnięciami dziecka. Dzięki zastosowaniu aplikacji dzieci z rodzin o niskim kapitale matematycznym mogą uzyskać realne wsparcie w wyrównywaniu szans edukacyjnych.

Dla skutecznego rozwijania kompetencji matematycznych ważne jest też wykorzystanie przez nauczyciela takich wyzwań edukacyjnych, które będą uruchamiać bardziej zaawansowane strategie rozwiązywania problemów. Badania Ramirez i współpracowników (2016) sugerują, że niewłaściwe dobieranie strategii poznawczych przez uczniów, nawet o bardzo wysokich zdolnościach intelektualnych, może wzmacniać lęk przed matematyką i negatywnie oddziaływać na ich osiągnięcia. Potwierdziły to najnowsze badania Möhring, Moll i Szubielskiej (2024), w których wykazano, że związek między lękiem przed matematyką a osiągnięciami dzieci był pośredniczony przez ograniczone stosowanie przez dzieci strategii umysłowych wyższego rzędu (np. dekompozycja lub wydobywanie treści z pamięci).

Interesującą ideą jest również zmniejszanie lęku przed matematyką poprzez ćwiczenia ruchowe (Alanazi, 2020). Autorska metoda Alanazi (2020), określona jako ARMG (*active recreational maths games*), polegała na realizowaniu trzech sesji ruchowych w tygodniu przez 2 miesiące. Opracowano kilkadziesiąt scenariuszy aktywności rekreacyjnych (np. spacer, biegi, podskoki) opartych głównie na narracjach, w których uczniowie wcielali się w zwierzęta i wykonywali praktyczne zadania matematyczne ważne z punktu widzenia aktualnych potrzeb odgrywanych postaci (np. poszukiwanie lub budowanie gniazd przez ptaki z ograniczonej liczby materiałów; przyloty i odloty ptaków do ograniczonej liczby gniazd). Dodatkowo badacz wprowadził element rywalizacji między grupami uczniów realizującymi ARMG. Przeprowadzone porównania między grupą eksperymentalną (nauczaną tradycyjnymi metodami oraz ARMG) a kontrolną (tylko

metody tradycyjne) wskazały na istotnie niższy poziom lęku przed matematyką w tej pierwszej. Alanazi (2020) rekomenduje tę metodę rozwijania kompetencji matematycznych w młodszych grupach wiekowych.

// Dla skutecznego rozwijania kompetencji matematycznych ważne jest wykorzystanie przez nauczyciela takich wyzwań edukacyjnych, które będą uruchamiać bardziej zaawansowane strategie rozwiązywania problemów.

Inną metodą prowadzenia zajęć, która może przyczynić się do obniżenia lęku przed matematyką, jest stosowanie gier edukacyjnych. Gry, zarówno tradycyjne, planszowe, jak również cyfrowe w postaci prostych i zaawansowanych aplikacji, wprowadzają do nauki element zabawy i rywalizacji, zwiększając zaangażowanie uczniów (por. Chizary i Farhangi, 2017; Ng, Chen, Wu i Chang, 2022). Wyniki badań sugerują, że gry matematyczne pozwalają uczniom oswoić się z liczbami i zadaniami w mniej stresującej sytuacji (kiedy nie jest się ocenianym), a sukces odniesiony w grze może zwiększyć poczucie własnej skuteczności. Replikowanie pewnych działań lub czynności, które jest wpisane w logikę gier, przekłada się na automatyzowanie umiejętności przy stosunkowo niskim wysiłku (przynajmniej w perspektywie subiektywnej) osoby uczącej się. Metaanaliza wyników badań dokonana przez Dondio, Gusev i Rocha (2023) wskazuje jednak na niewielki efekt skuteczności gier w redukowaniu lęku przed matematyką. Wielkość efektu była moderowana przez rodzaj gry (na korzyść analogowych), całkowity czas trwania interwencji (na korzyść dłuższych interwencji) i rodzaj rozgrywki (gry były skuteczniejsze w redukcji lęku przed matematyką, gdy opierały się na interakcjach społecznych i idei współpracy). Autorzy przeglądu sugerują potrzebę opracowania gier, które z założenia mają być przeznaczone dla osób z wysokim poziomem lęku przed matematyką (a nie dla uczących się matematyki w ogóle). Badacze proponują również uwzględnić w tych projektach rozgrywkę opartą na współpracy, adaptowalność do indywidualnych potrzeb użytkownika, promowanie wewnętrznej motywacji i wbudowanie w mechanizm gry pomiarów lęku przed matematyką w czasie rzeczywistym. Uważa się, że najlepsze efekty można osiągnąć, łącząc gry z innymi działaniami dydaktycznymi, takimi jak refleksja nad popełnionymi błędami czy współpraca w grupie (por. Ersozlu, 2024).

// Najlepsze efekty można osiągnąć, łącząc gry z innymi działaniami dydaktycznymi, takimi jak refleksja nad popełnionymi błędami czy współpraca w grupie.

5.1.2. Uczenie się oparte na współpracy (nauczanie koleżeńskie, tutoring rówieśniczy)

Uważa się, że wprowadzanie strategii kooperacyjnych w systemie klasowym może znacząco obniżyć lęk przed matematyką, dzięki poczuciu wsparcia i współpracy między uczniami (Moliner i Alegre, 2020). Dzieci pracujące w parach lub małych grupach uczą się przez obserwację i wzajemną pomoc. Przyznanie się do trudności jest wówczas łatwiejsze, co odciąża psychicznie uczniów i przekonuje ich, że błędy są naturalną częścią procesu uczenia się. Tradycyjnie podczas tutoringu najbardziej kompetentny w danym zakresie uczeń występuje w roli nauczyciela, a mniej kompetentny w roli ucznia. Uczniowie mogą oczywiście zamieniać się rolami, wówczas metoda wsparcia jest określana jako wzajemny tutoring rówieśniczy (Youde, 2020). Alegre-Ansuategui i in. (2018) przeprowadzili metaanalizę wyników badań dotyczącą zależności między tutoringiem rówieśniczym i osiągnięciami matematycznymi. Zgodnie z ich ustaleniami, średnia wielkość efektu była umiarkowana, a 88% przeanalizowanych interwencji miało pozytywny wpływ na wyniki uczniów w zakresie matematyki. Jednocześnie autorzy zauważyli, że interwencje wdrażane w edukacji na poziomie szkoły podstawowej były skuteczniejsze niż interwencje przeprowadzane w edukacji na poziomie szkoły średniej. Moliner i Alegre (2020) przeprowadzili badania, które bezpośrednio odnoszą się do roli tutoringu rówieśniczego w redukcji lęku przed matematyką. Wsparcie rówieśnicze było realizowane trzy razy w tygodniu przez 6 miesięcy. Interakcja między rówieśnikami trwała nie dłużej niż 20 minut. Umiarkowany efekt odnotowano w przypadku lęku przed byciem ocenianym z matematyki, a silny – w przypadku lęku przed uczeniem się matematyki. Informacje uzyskane od grup fokusowych były zgodne z przedstawionymi wynikami badań ilościowych. Co ważne, wyniki badań sugerują również, że tutoring rówieśniczy może być bardzo korzystny w zmniejszaniu lęku uczniów przed matematyką, niezależnie od ich płci czy klasy (Moliner i Alegre, 2020).

// Tutoring rówieśniczy może być bardzo korzystny w zmniejszaniu lęku uczniów przed matematyką, niezależnie od ich płci czy klasy.

5.1.3. Wykorzystanie nowoczesnych technologii w edukacji matematycznej

Wiele rozwiązań metodycznych opartych na nowoczesnych technologiach, np. platformy e-learningowe, aplikacje na urządzenia mobilne, produkty AR (*Augmented Reality* – rozszerzonej rzeczywistości) oferuje ścieżkę uczenia się matematyki wzbogaconą (w stosunku do tradycyjnej edukacji analogowej) o następujące funkcje: uczniowie mogą rozwiązywać zadania we własnym tempie, otrzymując natychmiastową informację zwrotną (Ersozlu, 2024); interaktywne

oprogramowania pokazujące różnorodne zastosowania wiedzy matematycznej służą powiązaniu abstrakcyjnych pojęć matematycznych z pragmatyką i przyczyniają się do zaspokojenia potrzeby bycia kompetentnym uczniem (del Olmo-Muñoz i in., 2013); interaktywne i angażujące doświadczenia edukacyjne zapewniane przez uczenie się oparte na grach i narzędziach cyfrowych mogą pomóc zmniejszyć niepokój i zwiększyć motywację do uczenia się matematyki. Z tej perspektywy uczenie się oparte na grach można uznać za narzędzie zmniejszające lęk przed matematyką, ponieważ zapewnia bardziej zabawne, interaktywne i mniej opresyjne doświadczenie (ponieważ funkcje gry można dostosować do indywidualnego poziomu ucznia). Dzięki temu, że zadania w aplikacjach są często przedstawiane w formie multimedialnej (atrakcyjnej również wizualnie) i ustrukturyzowanej, dzieci z wysokim lękiem mogą przełamywać opór przed matematyką w bardziej przyjaznym środowisku (Ersozlu, 2024).

5.2. INTERWENCJE PSYCHOLOGICZNE W ZMNIEJSZANIU LĘKU PRZED MATEMATYKĄ

5.2.1. Techniki oddechowe i ćwiczenia uważności (*mindfulness*)

Podczas gdy interwencje dydaktyczne ukierunkowane są na wzmacnianie kompetencji matematycznych, czego rezultatem ma być wykształcenie pozytywnych emocji w stosunku do matematyki, interwencje psychologiczne skoncentrowane są na zmniejszaniu negatywnych emocji, jakie mogą towarzyszyć zadaniom matematycznym. Różnorodne techniki relaksacyjne uchodzą za jedną z najprostszych i najskuteczniejszych grup metod (Sharp, Coltharp, Hurford i Cole, 2000).

Skoncentrowana praktyka oddechowa (*focused breathing*) to technika uważności, w której głównym zadaniem jednostki jest świadome, celowe kierowanie uwagi na oddech w celu wyciszenia umysłu i regulacji napięcia fizjologicznego. W badaniach Brunyé i współpracowników (2013) stosowano 15-minutowe ćwiczenia oddechowe przed zadaniem matematycznym. Badacze testowali różne warianty interwencji, lecz najbardziej skuteczna okazała się aktywność polegająca na wykonywaniu ćwiczeń oddechowych sprzyjających koncentracji uwagi. Według badaczy technika ta może łagodzić lęk przed matematyką, ponieważ trening uważności pomaga uwolnić zasoby poznawcze niezbędne do kontrolowania uwagi podczas zadań arytmetycznych z presją czasową. Dla porównania, nie wykazano skuteczności tej interwencji w przypadku zadań o charakterze językowym.

Podobne działanie odnotowano w przypadku zastosowania treningu *mindfulness*. Wyniki badania Zuo i Wang (2023) sugerują skuteczność czterotygodniowego treningu *mindfulness*

(z wykorzystaniem nagrania kształtującego wśród uczniów świadomy oddech, nieoceniające „obserwowanie” myśli oraz zawierające krótką instrukcję relaksacyjną dostosowaną do sytuacji stresu egzaminacyjnego) w zakresie osłabienia fizjologicznych objawów napięcia w związku z wykonywaniem zadań matematycznych. Efekt treningu uważności pośrednio zmniejszał lęk przed matematyką: uważność, a zwłaszcza jej nieoceniające nastawienie, pozytywnie oddziałuje na poczucie własnej skuteczności w matematyce. Po praktyce mindfulness uczniowie deklarowali większą wiarę w swoje możliwości, co prowadziło do lepszego wykonania zadań matematycznych.

// Trening uważności pośrednio zmniejsza lęk przed matematyką: uważność, a zwłaszcza jej nieoceniające nastawienie, pozytywnie oddziałuje na poczucie własnej skuteczności w matematyce.

5.2.2. Terapia poznawczo-behawioralna i trening strategii poznawczych

Podejście poznawczo-behawioralne (CBT) pomaga osobom uczącym się w identyfikowaniu i modyfikowaniu negatywnych przekonań na temat własnych zdolności matematycznych. Uczniowie uczą się, jak reagować na stres, jak przeformułowywać myśli typu „jestem beznadziejny”, „nie radzę sobie z matematyką” i zastępować je bardziej wspierającymi, powiązаныmi z konkretną strategią działania (Kamann i Wong, 1993) lub uruchamiać odpowiednie zasoby poznawcze.

Do interwencji reprezentatywnych dla tego podejścia można zaliczyć m.in.: ekspresyjne pisanie, reinterpretowanie lęku, trening ukierunkowany na wzmacnianie nastawienia na rozwój.

Ekspresyjne pisanie

Technika ta polega na zachęcaniu uczniów do spisywania swoich obaw i negatywnych myśli przed sprawdzianem w celu uwolnienia „wewnętrznego napięcia” (Ramirez, Shaw i Maloney, 2018). W przygotowywaniu wypowiedzi nie chodzi o poprawność językową i zgodność z jakąś ogólnie narzuconą formułą, ale o szczerość i spontaniczność w referowaniu własnych emocji i obaw związanych np. ze zbliżającym się sprawdzianem z matematyki.

W badaniach Park, Ramirez i Beilock (2014) po zaledwie jednej sesji ekspresyjnego pisania uczestnicy z wyższym lękiem przed matematyką doświadczyli poprawy swoich wyników matematycznych w porównaniu z wynikami testów wstępnych, zmniejszając lukę w wynikach między nimi a ich rówieśnikami z niższym lękiem przed matematyką. Skuteczność ekspresyjnego pisania polega prawdopodobnie na obniżaniu zaangażowania zasobów poznawczych

przez negatywne przekonania na temat bycia testowanym z matematyki ze względu na ich wcześniejsze wyartykułowanie. Autorzy tego badania podkreślają, że osoby wysoko lękowe, które używały w swoich wypowiedziach więcej słów wyrażających negatywne emocje, uzyskały wyższe wyniki (w stosunku do osób, które użyły mniej tego typu słów) w zadaniach matematycznych wymagających bardziej złożonych operacji poznawczych.

Choć interwencja ta bywa często przywoływana jako przykład skutecznego oddziaływania na lęk przed matematyką, warto jednak zachować krytyczny dystans do wniosków płynących z badania Park i in. (2014). Jako zarzut można wskazać, że Park ze współpracownikami w rzeczywistości nie kontrolowali poziomu lęku przed matematyką przed i po interwencji. Badacze sprawdzali różnicę w osiągnięciach matematycznych w dwóch grupach osób: o niskim i wysokim poziomie lęku przed matematyką, a nie zmianę w nasileniu lęku przed matematyką.

Ustalenia innych badaczy sprawdzających skuteczność interwencji polegającej na ekspresyjnym pisaniu nie potwierdzają konkluzji sformułowanych przez Park i in. (2014). Przykładowo w badaniach Ganley i in. (2021) odnotowano wyższy poziom lęku (jako stanu) w grupie eksperymentalnej w porównaniu do grupy kontrolnej, podczas gdy w badaniach Ruark (2021) z wykorzystaniem dzienników (uczniowie klas siódmych pisali przez minimum 1 minutę codziennie o swoich emocjach związanych z aktywnościami matematycznymi) wykazano brak istotnych różnic w poziomie lęku przed matematyką między grupą eksperymentalną a kontrolną.

Reinterpretacja lęku

Reinterpretacja lęku polega na wspieraniu uczniów w strategiach postrzegania fizjologicznych objawów stresu raczej jako sygnału mobilizacji przed wyzwaniem niż jako sygnału zbliżającej się porażki (Ramirez, Shaw, i Maloney, 2018). Interpretacja pobudzenia fizjologicznego jako zadania do wykonania może prowadzić do wzrostu efektywności działania, natomiast interpretacja pobudzenia jako czynnika zagrażającego może tę efektywność obniżyć.

// Reinterpretacja lęku polega na wspieraniu uczniów w strategiach postrzegania fizjologicznych objawów stresu jako sygnału mobilizacji przed wyzwaniem.

Najczęściej przywoływanymi w odniesieniu do tej interwencji są badania Jamieson i współpracowników (2010). Polegały one na tym, że grupie eksperymentalnej dostarczono dodatkowej informacji o pozytywnym oddziaływaniu pobudzenia fizjologicznego na wykonywanie testów i zasugerowano, aby w trakcie odczuwania negatywnych emocji podczas sprawdzianu (zadania językowe oraz matematyczne) przypomnieć sobie tę prawidłowość. Wyniki potwierdziły skuteczność manipulacji w zakresie uzyskanych osiągnięć, ale tylko

w zakresie matematyki. Badacze uważają, że to efekt większego zaangażowania funkcji wykonawczych podczas pracy nad zadaniami matematycznymi niż ma to miejsce w przypadku problemów językowych (Clark i in., 2013). Ograniczeniem tego badania jest jednak brak faktycznego wykazania, że interwencja prowadzi do redukcji lęku przed matematyką, gdyż autorzy nie dokonali jego podwójnego pomiaru (przed i po interwencji). Uzyskali zatem potwierdzenie oddziaływania zastosowanej techniki na osiągnięcia matematyczne, a nie na sam lęk przed matematyką.

Wyniki badań uwzględniających pomiar lęku przed matematyką nie przynoszą jednoznacznych konkluzji. Pizzie i in. (2020) wykazali skuteczność tej interwencji, Jamieson i in. (2016) częściową skuteczność, natomiast Ganley i in. (2021) – jej brak.

Jednym z aspektów wyjaśniających te rozbieżności jest samo pojmowanie lęku przed matematyką: jeśli traktujemy go jako lęk przed egzaminem, testem, sprawdzianem, to prawdopodobnie efekt stosowania reinterpretacji będzie wyższy niż w przypadku uogólnionego lęku przed uczeniem się tego przedmiotu. Jednocześnie należy zaznaczyć, że większość przywoływanych badań była realizowana wśród studentów i brakuje wyników badań sprawdzających skuteczność interwencji w grupie dzieci i młodzieży szkolnej.

Trening ukierunkowany na wzmacnianie nastawienia na rozwój (*growth mindset*)

Celem tych działań jest rozbudzanie w uczniach przekonania, że zdolności matematyczne można rozwijać poprzez wysiłek i systematyczne ćwiczenia, co zmniejsza poczucie bezradności (Dweck, 2007; Petronzi, Hunt i Sheffield, 2021). Jedne z najnowszych badań (Ahmed, 2025) przeprowadzone wśród 15-latków w USA wykazały, że postrzegane kompetencje matematyczne są moderatorem związku między średnim poziomem osiągnięć matematycznych (na poziomie szkoły) a poziomem lęku przed matematyką. W szkołach o wysokich wynikach uczniowie często oceniają swoje umiejętności matematyczne jako niższe w porównaniu z rówieśnikami. Gdy jednak postrzegają swoje kompetencje jako wysokie, ulegają mniejszej presji rówieśniczej i odczuwają niższy poziom lęku przed matematyką.

Potwierdzeniem dla takiego kierunku działań mogą być wyniki badań Samuel, Buttet i Warner (2022), którzy dowodzą skuteczności łączenia treningu uważności i kształtowania nastawienia na rozwój w redukowaniu lęku przed matematyką (największe różnice między grupą eksperymentalną a kontrolną dotyczyły dziewcząt). Jednocześnie należy zauważyć, że autorzy nie wykazali różnic w wynikach egzaminu końcowego między osobami uczestniczącymi w interwencji i niepodlegającymi treningowi. Większość badań poświęconych skuteczności treningu ukierunkowanego na wzmocnienie nastawienia na rozwój nie dotyczy zmniejszenia

lęku przed matematyką, ale przede wszystkim oddziaływań na osiągnięcia matematyczne. Szczegółowy przegląd wyników badań w tym zakresie prezentuje metaanaliza Bui i in. (2023). Autorzy zaznaczają, że projektując programy wzmacniające nastawienie na rozwój w matematyce, należy uwzględnić specyfikę przedmiotu oraz precyzyjnie określić grupę docelową.

// W szkołach o wysokich wynikach uczniowie często oceniają swoje umiejętności matematyczne jako niższe w porównaniu z rówieśnikami. Gdy jednak postrzegają swoje kompetencje jako wysokie, ulegają mniejszej presji rówieśniczej i odczuwają niższy poziom lęku przed matematyką.

Interwencje ukierunkowane na emocje i przekonania mogą pomagać uczniom świadomie kierować swoimi emocjami, identyfikować automatyczne myśli i je korygować. Dzięki temu uczniowie nie tylko ograniczają lęk przed matematyką, ale uczą się też cennych umiejętności na przyszłość – np. radzenia sobie z wystąpieniami publicznymi (lękiem przed ekspozycją społeczną) czy innymi formami stresu związanego ze szkołą. Większość omówionych interwencji może być skuteczna, ale w ściśle określonych warunkach (Szczygieł i Lipińska, 2025).

Trudno na ich podstawie formułować ogólne zalecenia dla praktyki, ponieważ wiele z opisanych interwencji, nawet tych z potwierdzoną skutecznością, posiada również istotne ograniczenia, które należy uwzględnić przy planowaniu wsparcia:

- **Krótki horyzont czasowy badań** – niemal wszystkie opisane interwencje oceniane są do 8–12 tygodni po wdrożeniu, brak danych o trwałości efektów po sześciu miesiącach czy roku (długoterminowy tzw. *follow-up*).
- **Ograniczona reprezentatywność próbek** – małe, często jednorodne grupy badanych z pojedynczych regionów czy szkół utrudniają uogólnianie wyników na różnorodne środowiska kulturowe i edukacyjne.
- **Brak precyzyjnej analizy mechanizmów zmiany** – w niewielu badaniach wyodrębniono, które elementy (moduły danej techniki) stanowią istotę skuteczności metody. Ponadto badania powinny uwzględniać potencjalne mediatory (np. wzrost poczucia skuteczności, obniżenie poziomu somatycznych objawów napięcia) oraz moderatory (np. wiek ucznia, poziom początkowy lęku, wsparcie rodzinne). Dzięki temu dowiedzielibyśmy się, dla kogo i w jakich warunkach dana metoda jest najefektywniejsza, a które jej komponenty można uprościć lub rozbudować.

- **Niewystandaryzowane scenariusze interwencji** – dokładna analiza wykorzystywanych w interwencji np. gier czy narracji matematycznych wykazuje, że różnią się one formą i intensywnością, co w zasadzie uniemożliwia porównanie ich działania oraz optymalizację.
- **Niski poziom kontroli warunków kształcenia, jakie panują w klasie** – badanie efektywności w modelu kooperatywnego uczenia się jest bardzo trudne od strony metodologicznej – badacz nie jest w stanie kontrolować potencjalnych zmiennych, które mogą w istotny sposób modyfikować skuteczność interwencji (np. sytuacyjna dynamika ról w klasie, warunki fizyczne, cechy nauczyciela).

Podsumowanie

Uważa się, że w praktyce szkolnej najlepiej sprawdzają się programy łączące różne strategie, dostosowane do konkretnych potrzeb grupy uczniów. Jak proponują Balt, Börnert-Ringleb i Orbach (2022), którzy dokonali systematycznego przeglądu interwencji w zakresie redukcji lęku przed matematyką, optymalne jest połączenie interwencji matematycznych oraz terapii poznawczo-behawioralnej. Oznacza to w praktyce rozwijanie i ugruntowywanie solidnych umiejętności arytmetycznych, które budują podstawy bardziej złożonych umiejętności matematycznych i wspierają konstruowanie pozytywnej samooceny „ja jako matematyk”, a także dostarczają narzędzi poznawczo-behawioralnych do radzenia sobie z niespokojnymi myślami i stresem w sytuacjach wymagających aktywności matematycznej.

Eksperymenty prowadzone przez psychologów poznawczych pozwalają również żywić duże nadzieje co do skuteczności redukcji lęku przed matematyką poprzez nieinwazyjną stymulację mózgu. Przewodząca stymulacja elektryczna (tES) to bezbolesna technika, polegająca na umieszczeniu na skórze głowy elektrod, przez które dostarczane są łagodne prądy elektryczne służące do regulacji oraz obniżania aktywności neuronalnej kory mózgowej. tES umożliwia naukowcom modulowanie aktywności kory mózgowej w tych rejonach mózgu, które mogą ułatwiać większą kontrolę emocjonalną nad negatywnymi reakcjami emocjonalnymi na bodźce arytmetyczne. Skutkiem tego powinna być poprawa wydajności w zakresie rozwiązywania problemów matematycznych. Badacze Sarkar, Dowker i Kadosh (2014), kontrolując między innymi poziom kortyzolu w ślinie badanych, wykazali, że tDCS (najczęściej stosowana forma tES) redukuje stres związany z lękiem przed matematyką, poprawiając tym samym wyniki matematyczne u osób z wysokim lękiem przed tym przedmiotem.

// Eksperymenty prowadzone przez psychologów poznawczych pozwalają również żywić duże nadzieje co do skuteczności redukcji lęku przed matematyką poprzez nieinwazyjną stymulację mózgu.

Ustalenia te mają oczywiście swoje ograniczenia związane między innymi z rolą tej stymulacji przy okazji rozwiązywania trudnych zadań matematycznych (w przywoływanym eksperymencie badani oceniali np. poprawność wyników mnożenia liczb typu 4×6) w naturalnych warunkach szkolnych (egzaminacyjnych). Istotne jest również to, że w badaniach Sarkar, Dowker i Kadosh głównym parametrem efektywności matematycznej był czas reakcji podczas oceny prawdziwości zapisów, np. działań. Średnio przy pobudzeniu tDCS poprawa czasu reakcji wyniosła ok. 50 ms. Pytanie kluczowe zatem, czy ten poziom wzrostu efektywności matematycznej w warunkach laboratoryjnych ma faktycznie przełożenie na sprawność w działaniu podczas naturalnych wyzwań szkolnych.

ZAKOŃCZENIE

Współczesne kształcenie w obszarze STEM stoi w obliczu narastającego problemu lęku przed matematyką, który wymaga wielostronnych działań przekraczających kompetencje wyłącznie psychologów szkolnych. Konieczne jest zaangażowanie całego środowiska edukacyjnego – nauczycieli różnych przedmiotów, rodziców, kadry zarządzającej szkołą oraz samych uczniów – w proces identyfikacji, monitorowania i redukcji lęku przed matematyką. Kluczowe znaczenie ma podniesienie świadomości dotyczącej wpływu emocji na efektywność uczenia się matematyki, co stanowi fundament skutecznych interwencji. Ponadto należy podjąć systemowe działania na poziomie kulturowym i medialnym w celu dekonstrukcji utrwalonych przekonań o matematyce jako dziedzinie trudnej, niedostępnej i pozbawionej praktycznej wartości. W tym kontekście rekomenduje się opracowanie i wdrożenie kampanii informacyjnej, eksponującej zastosowania matematyki w rozwiązywaniu realnych problemów oraz jej rolę w kształtowaniu umiejętności adaptacyjnych uczniów.

BIBLIOGRAFIA

- Ahmed, W. (2025). Big fish in little ponds are less anxious about math: A multilevel analysis of school average achievement on math anxiety. *Social Psychology of Education*.
<https://doi.org/10.1007/s11218-024-09960-w>
- Alanazi, H. M. N. (2020). The effects of active recreational math games on math anxiety and performance in primary school children: An experimental study. *Multidisciplinary Journal for Education, Social and Technological Sciences*, 7(1), 89–112. <https://doi.org/10.4995/muse.2020.12622>
- Aldrup, K., Klusmann, U., Lüdtke, O. (2020). Reciprocal associations between students' mathematics anxiety and achievement: Can teacher sensitivity make a difference? *Journal of Educational Psychology*, 112(4), 735–750. <https://doi.org/10.1037/edu0000398>
- Alegre-Ansuategui, F. J., Moliner, L., Lorenzo, G., Maroto, A. (2018). Peer tutoring and academic achievement in mathematics: A meta-analysis. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 14(1), 337–354. <https://doi.org/10.12973/ejmste/79805>
- American Psychiatric Association (1994). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders: DSM-IV* (Vol. 4). DC: American Psychiatric Association.
- Ashcraft, M. H., Faust, M. W. (1994). Mathematics anxiety and mental arithmetic performance: An exploratory investigation. *Cognition and Emotion*, 8(2), 97–125.
<https://doi.org/10.1080/02699939408408931>
- Ashcraft, M. H., Kirk, E. P. (2001). The relationships among working memory, math anxiety, and performance. *Journal of Experimental Psychology: General*, 130(2), 224–237.
<https://doi.org/10.1037/0096-3445.130.2.224>
- Artemenko, C., Masson, N., Georges, C., Nuerk, H.-C., Cipora, K. (2021). Not all elementary school teachers are scared of math. *Journal of Numerical Cognition*, 7(3), 275–294. <https://doi.org/10.5964/jnc.6063>
- Baczko-Dombi, A. (2017). Ucieczka od matematyki. Rekonstrukcja procesu w kontekście społecznego wizerunku przedmiotu. *Edukacja*, 140, 39–54.
- Balt, M., Börnert-Ringleb, M., Orbach, L. (2022). Reducing math anxiety in school children: A systematic review of intervention research. *Frontiers in Education*, 7, 798516.
<https://doi.org/10.3389/feduc.2022.798516>
- Bandura, A. (1977). Self-efficacy: Toward a unifying theory of behavioral change. *Psychological Review*, 84(2), 191–215. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.84.2.191>

Bandura, A. (1982). Self-efficacy mechanism in human agency. *American Psychologist*, 37(2), 122–147.

<https://doi.org/10.1037/0003-066X.37.2.122>

Barroso, C., Ganley, C. M., McGraw, A. L., Geer, E. A., Hart, S. A., Daucourt, M. C. (2021). A meta-analysis of the relation between math anxiety and math achievement. *Psychological Bulletin*, 147(2), 134–168.

<https://doi.org/10.1037/bul0000307>

Bedyńska, S., Dreszer, J. (2006). Wyśmiej stereotyp! Czynniki redukujące zagrożenie stereotypem.

Psychologia Społeczna, 2, 88–95.

Bedyńska, S., Krejtz, I., Sedek, G. (2018). Chronic stereotype threat is associated with mathematical achievement on representative sample of secondary schoolgirls: The role of gender identification, working memory, and intellectual helplessness. *Frontiers in Psychology*, 9, 428.

<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.00428>

Bedyńska, S., Krejtz, I., Sedek, G. (2019). Chronic stereotype threat and mathematical achievement in age cohorts of secondary school girls: Mediation role of working memory, and intellectual helplessness.

Social Psychology of Education, 22(2), 321–335. <https://doi.org/10.1007/s11218019-09478-6>

Beilock, S. L., Gunderson, E. A., Ramirez, G., Levine, S. C. (2010). Female teachers' math anxiety affects girls' math achievement. *PNAS*, 107(5), 1860–1863. <https://doi.org/10.1073/pnas.0910967107>

Berkowitz, T., Schaeffer, M. W., Maloney, E. A., Peterson, L., Gregor, C., Levine, S. C., Beilock, S. L. (2015). Math at home adds up to achievement in school. *Science*, 350(6257), 196–198.

<https://doi.org/10.1126/science.aac7427>

Brunyé, T. T., Mahoney, C. R., Giles, G. E., Rapp, D. N., Taylor, H. A., Kanarek, R. B. (2013). Learning to relax: Evaluating four brief interventions for overcoming the negative emotions accompanying math anxiety.

Learning and Individual Differences, 27, 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2013.06.001>

Bui, P., Pongsakdi, N., McMullen, J., Lehtinen, E., Hannula-Sormunen, M. M. (2023). A systematic review of mindset interventions in mathematics classrooms: What works and what does not? *Educational Research Review*, 100554, <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2023.100554>

Carey, E., Devine, A., Hill, F., Szűcs, D. (2017). Differentiating anxiety forms and their role in academic performance from primary to secondary school. *PLoS ONE*, 12(3), e0174418.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0174418>

Carey, E., Hill, F., Devine, A., Szűcs, D. (2016). The chicken or the egg? The direction of the relationship between mathematics anxiety and mathematics performance. *Frontiers in Psychology*, 6, Article 1987.

<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.01987>

Casad, B. J., Hale, P., Wachs, F. L. (2015). Parent-child math anxiety and math-gender stereotypes predict adolescents' math education outcomes. *Frontiers in Psychology*, 6, Article 1597.

<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.01597>

Cargnelutti, E., Tomasetto, C., Passolunghi, M. C. (2017). How is anxiety related to math performance in young students? A longitudinal study of grade 2 to grade 3 children. *Cognition and Emotion*, 31(4), 755–764. <https://doi.org/10.1080/02699931.2016.1147421>

Catanzano, R., Wilson, M. S. (1977). The effect of retesting contingencies on achievement, anxiety, and attitude in seventh grade science. *Science Education*, 61(2), 173–180.

<https://doi.org/10.1002/sce.3730610208>

Chizary, F., Farhangi, A. (2017). Efficiency of educational games on mathematics learning of students at second grade of primary school. *Journal of History Culture & Art Research*, 6(1), 232–240,

<https://doi.org/10.7596/taksad.v6i1.738>

Choe, K. W., Jenifer, J. B., Rozek, C. S., Berman, M. G., Beilock, S. L. (2019). Calculated avoidance: Math anxiety predicts math avoidance in effort-based decision-making. *Science Advances*, 5(11).

<https://doi.org/10.1126/sciadv.aay1062>

Cipora, K., Szczygieł, M., Willmes, K., Nuerk, H.-C. (2015). Math anxiety assessment with the Abbreviated Math Anxiety Scale: applicability and usefulness: insights from the Polish adaptation. *Frontiers in Psychology*, 6. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.01833>

Cipora, K., Willmes, K., Szwarc, A., Nuerk, H.-C. (2018). Norms and validation of the online and paper-and-pencil versions of the Abbreviated Math Anxiety Scale (AMAS) for Polish adolescents and adults. *Journal of Numerical Cognition*, 3(3), 667–693. <https://doi.org/10.5964/jnc.v3i3.121>

Deci, E. L., Ryan, R. M. (1985). *Intrinsic motivation and self-determination in human behavior*. Springer.

<https://doi.org/10.1007/978-1-4899-2271-7>

del Olmo-Muñoz, J., Bueno-Baquero, A., Cózar-Gutiérrez, R., González-Calero, J. A. (2013). Exploring gamification approaches for enhancing computational thinking in young learners. *Education Sciences*, 13(5), 487. <https://doi.org/10.3390/educsci13050487>

Delage, V., Trudel, G., Retanal, F., Maloney, E. A. (2022). Spatial anxiety and spatial ability: Mediators of gender differences in math anxiety. *Journal of Experimental Psychology: General*, 151(4), 921–933.

<https://doi.org/10.1037/xge0000884>

Dondio, P., Gusev, V., Rocha, M. (2023). Do games reduce maths anxiety? A meta-analysis. *Computers & Education*, 194. <https://doi.org/10.31234/osf.io/pbq27>

Dowker, A., Sarkar, A., Looi, C. Y. (2016). Mathematics anxiety: What have we learned in 60 years? *Frontiers in Psychology*, 7, Article 508. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.00508>

Du, C., Qin, K., Wang, Y., Xin, T. (2021). Mathematics interest, anxiety, self-efficacy and achievement: Examining reciprocal relations. *Learning and Individual Differences*, 91, Article 102060. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2021.102060>

Earp, J. (2024). *PISA 2022 insights: Student questions, mathematics anxiety and homework*. https://www.teachermagazine.com/au_en/articles/pisa-2022-insights-student-questions-mathematics-anxiety-and-homework

Eccles, J. S., Wigfield, A. (2002). Motivational beliefs, values, and goals. *Annual Review of Psychology*, 53, 109–132. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.53.100901.135153>

EduNav (2024). *Wpływ lęku matematycznego na uczniów i rodziców w Polsce. Raport EduNav*. https://edunav.pl/wp-content/uploads/2024/03/Wplyw-leku-matematycznego-na-uczniow-i-rodzicow-w-Polsce_-Raport-EduNav-2.pdf

Eidlin-Levy, H., Avraham, E., Fares, L., Rubinsten, O. (2023). *Math anxiety affects career choices during development*. *International Journal of STEM Education*, 10(1), 49. <https://doi.org/10.1186/s40594-023-00441-8>

Else-Quest, N. M., Hyde, J. S., Linn, M. C. (2010). Cross-national patterns of gender differences in mathematics: A meta-analysis. *Psychological Bulletin*, 136(1), 103–127. <https://doi.org/10.1037/a0018053>

Ersozlu, Z. (2024). The role of technology in reducing mathematics anxiety in primary school students. *Contemporary Educational Technology*, 16(3), ep517. <https://doi.org/10.30935/cedtech/14717>

Ferguson, A. M., Maloney, E. A., Fugelsang, J., Risko, E. F. (2015). On the relation between math and spatial ability: The case of math anxiety. *Learning and Individual Differences*, 39, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2015.02.007>

Finell, J., Sammallahhti, E., Korhonen, J., Eklöf, H., Jonsson, B. (2022). Working memory and its mediating role on the relationship of math anxiety and math performance: A meta-analysis. *Frontiers in Psychology*, 12, Article 798090. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.798090>

Friedman, H. (1987). Repeat examinations in introductory statistics courses. *Teaching of Psychology*, 14(1), 20–23. https://doi.org/10.1207/s15328023top1401_4

Ganley, C. M., McGraw, A. L. (2016). The development and validation of a revised version of the Math Anxiety Scale for young children. *Frontiers in Psychology*, 7, Article 1181.

<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.01181>

Grygiel, P., Modzelewski, M., Pisarek, J. (2017). Academic self-concept and achievement in Polish primary schools: Cross-lagged modelling and gender-specific effects. *European Journal of Psychology of Education*, 32(3), 407–429. <https://doi.org/10.1007/s10212-016-0300-2>

Gunderson, E. A., Ramirez, G., Levine, S. C., Beilock, S. L. (2012). The role of parents and teachers in the development of gender-related math attitudes. *Sex Roles*, 66(3–4), 153–166.

<https://doi.org/10.1007/s11199-011-9996-2>

Gürefe, N., Bakalim, O. (2018). Mathematics anxiety, perceived mathematics self-efficacy and learned helplessness in mathematics in faculty of education students. *International Online Journal of Educational Sciences*, 10(3), 154–166.

Guzmán, B., Rodríguez, C., Ferreira, R. A. (2023). Effect of parents' mathematics anxiety and home numeracy activities on young children's math performance-anxiety relationship. *Contemporary Educational Psychology*, 72, 102140. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2022.102140>

Hart, S. A., Ganley, C. M. (2019). The nature of math anxiety in adults: Prevalence and correlates. *Journal of Numerical Cognition*, 5(2), 122–139. <https://doi.org/10.5964/jnc.v5i2.195>

Hembree, R. (1990). The nature, effects, and relief of mathematics anxiety. *Journal for Research in Mathematics Education*, 21(1), 33–46. <https://doi.org/10.5951/jresmetheduc.21.1.0033>

Hopko, D. R., Mahadevan, R., Bare, R. L., Hunt, M. K. (2003). The Abbreviated Math Anxiety Scale (AMAS): Construction, validity, and reliability. *Assessment*, 10(2), 178–182.

<https://doi.org/10.1177/1073191103010002008>

Hunt, T. E., Petronzi, D. (2024). *Addressing maths anxiety: A guide for educators*. <https://marg.wp.derby.ac.uk/wp-content/uploads/sites/27/2024/05/Addressing-Maths-Anxiety-MARG-UoD-May-2024-2.pdf>

Hyde, J. S. (2005). The gender similarities hypothesis. *American Psychologist*, 60, 581–592.

DOI: [10.1037/0003-066X.60.6.581](https://doi.org/10.1037/0003-066X.60.6.581)

Jaśko, K., Dukala, K., Szastok, M. (2019). Focusing on gender similarities increases female students' motivation to participate in STEM. *Journal of Applied Social Psychology*, 49(8), 473–487.

<https://doi.org/10.1111/jasp.12598>

- Juhler, S. M., Rech, J. F., From, S. G., Brogan, M. M. (1998). The effect of optional retesting on college students' achievement in an individualized algebra course. *The Journal of Experimental Education*, 66(2), 125–137, <https://doi.org/10.1080/00220979809601399>
- Kaźmierczak, J., Bulkowski, K. (red.). (2024). *Polscy piętnastolatki w perspektywie międzynarodowej. Wyniki badania PISA 2022*. Instytut Badań Edukacyjnych, <https://doi.org/10.24131/9788367385732>
- Kent, P. (2017). Fluid intelligence: A brief history. *Applied Neuropsychology: Child*, 6(3), 193–203. <https://doi.org/10.1080/21622965.2017.1317480>
- Knopik, T., Osza, U. (2021). E-Cooperative Problem Solving as a Strategy for Learning Mathematics during the COVID-19 Pandemic. *Education in the Knowledge Society*, 22. <https://doi.org/10.14201/eks.25176>
- Lee, J. (2009). Universals and specifics of math self-concept, math self-efficacy, and math anxiety across 41 PISA 2003 participating countries. *Learning and Individual Differences*, 19(3), 355–365. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2008.10.009>
- Li, Q., Cho, H., Cosso, J., Maeda, Y. (2021). Relations between students' mathematics anxiety and motivation to learn mathematics: A meta-analysis. *Educational Psychology Review*, 33(3), 1017–1049. <https://doi.org/10.1007/s10648-020-09589-z>
- Luttenberger, S., Wimmer, S., Paechter, M. (2018). Spotlight on math anxiety. *Psychology Research and Behavior Management*, 11, 311–322. <https://doi.org/10.2147/PRBM.S141421>
- Ma, X., Kishor, N. (1997). Assessing the relationship between attitude toward mathematics and achievement in mathematics: A meta-analysis. *Journal for Research in Mathematics Education*, 28(1), 26–47. <https://doi.org/10.2307/749662>
- Ma, X., Xu, J. (2004). Determining the causal ordering between attitude toward mathematics and achievement in mathematics. *American Journal of Education*, 110, 256–280. <https://doi.org/10.1086/383074>
- Maloney, E. A., Ramirez, G., Gunderson, E. A., Levine, S. C., Beilock, S. L. (2015). Intergenerational effects of parents' math anxiety on children's math achievement and anxiety. *Psychological Science*, 26(9), 1480–1488. <https://doi.org/10.1177/0956797615592630>
- Mammarella, I. C., Caviola, S., Dowker, A. (Eds.). (2019). *Mathematics anxiety: What is known, and what is still missing* (1st ed.). Routledge.

Möhring, W., Moll, L., Szubielska, M. (2024). Mathematics anxiety and math achievement in primary school children: Testing different theoretical accounts, *Journal of Experimental Child Psychology*, 247.

<https://doi.org/10.1016/j.jecp.2024.106038>.

Moliner, L. Alegre, F. (2020). Peer Tutoring Effects on Students' Mathematics Anxiety: A Middle School Experience. *Frontiers in Psychology*, 11, 1610.. DOI: [10.3389/fpsyg.2020.01610](https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.01610)

Mulhern, F., Rae, G. (1998). Development of a shortened form of the Fennema-Sherman Mathematics Attitudes Scales. *Educational and psychological Measurement*, 58(2), 295–306.

<https://doi.org/10.1177/0013164498058002012>

Namkung, J. M., Peng, P., Lin, X. (2019). The relation between mathematics anxiety and mathematics performance among school-aged students: A meta-analysis. *Review of Educational Research*, 89(3), 459–496.

<https://doi.org/10.3102/0034654319843494>

Ng, C. T., Chen, Y. H., Wu, C. J., Chang, T. T. (2022). Evaluation of math anxiety and its remediation through a digital training program in mathematics for first and second graders. *Brain and Behavior*, 12(5), e2557.

<https://doi.org/10.1002/brb3.2557>

Nosek, B. A., Banaji, M. R., Greenwald, A. G. (2002). Math = male, me = female, therefore math $\neq$ me. *Journal of Personality and Social Psychology*, 83(1), 44–64. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.83.1.44>

Núñez-Peña, M. I., Campos-Rodríguez, C. (2024). Response inhibition deficits in math-anxious individuals. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1540(1), 200–210. <https://doi.org/10.1111/nyas.15216>

Núñez-Peña, M. I., Bono, R., Suárez-Pellicioni, M. (2015). Feedback on students' performance: A possible way of reducing the negative effect of math anxiety in higher education. *International Journal of Educational Research*, 70, 80–87. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2015.02.005>

Núñez-Peña, M. I., Suárez-Pellicioni, M., Bono, R. (2013). Effects of math anxiety on student success in higher education. *International Journal of Educational Research*, 58, 36–43.

<https://doi.org/10.1016/j.ijer.2012.12.004>

Nzeadibe, A., Egara, F., Eseadi, C., Chukwuorji, J., B. (2023). Mindfulness-based cognitive therapy for mathematics anxiety among school adolescents: A randomised trial. *Journal of Psychologists and Counsellors in Schools*, 34. DOI: [10.1177/20556365231207248](https://doi.org/10.1177/20556365231207248).

OECD (2013). *PISA 2012 Results: Ready to Learn: Students' Engagement, Drive and Self-Beliefs, (Volume III)*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264201170-en>

OECD (2023). *PISA 2022 Results (Volume II): Learning During – and From – Disruption*, PISA, OECD Publishing, <https://doi.org/10.1787/a97db61c-en>.

OECD (2024). *Students' predispositions to learning; Confidence in mathematics: Preparing for the future* (Data set). Education GPS. <https://gpseducation.oecd.org/CountryProfile?primaryCountry=POL&treshold=10&topic=PI>

Orbach, L., Herzog, M., Fritz, A. (2019). Relation of state- and trait-math anxiety to intelligence, math achievement, and learning motivation. *Journal of Numerical Cognition*, 5, 371–399. <https://doi.org/10.5964/jnc.v5i3.204>

Oszwa, U. (2020). *Lęk przed matematyką. Poglądy, badania, rozwiązania*. UMCS. <https://doi.org/10.17951/pe.2021.5.231-233>

Oszwa, U., Chmiel, G. (2017). Motywacja do uczenia się a lęk przed matematyką w klasach starszych szkoły podstawowej. *Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska, sectio J – Paedagogia-Psychologia*, 29(3), 103–117. <https://doi.org/10.17951/j.2016.29.3.103>

Oszwa, U., Szablowska, K. (2019). Edukacja matematyczna i lęk przed matematyką w percepcji młodzieży szkolnej. *Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska, sectio J – Paedagogia-Psychologia*, 31(3), 69–86. <https://doi.org/10.17951/j.2018.31.3.69-86>

Passolunghi, M. C., De Vita, C., Pellizzoni, S. (2020). Math anxiety and math achievement: The effects of emotional and math strategy training. *Developmental Science*, 23(6), e12964. <https://doi.org/10.1111/desc.12964>

Pekrun, R. (2006). The control-value theory of achievement emotions: Assumptions, corollaries, and implications for educational research and practice. *Educational Psychology Review*, 18(4), 315–341. <https://doi.org/10.1007/s10648-006-9029-9>

Pekrun, R., Lichtenfeld, S., Marsh, H. W., Murayama, K., Goetz, T. (2017). Achievement emotions and academic performance: Longitudinal models of reciprocal effects. *Child Development*, 88(5), 1653–1670. <https://doi.org/10.1111/cdev.12704>

Pellizzoni, S., Cargnelutti, E., Cuder, A., Passolunghi, M. C. (2022). The interplay between math anxiety and working memory on math performance: A longitudinal study. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1510(1), 132–144. <https://doi.org/10.1111/nyas.14722>

Petronzi, D., Staples, P. A., Sheffield, D., Hunt, T. E. (2019). Acquisition, development, and maintenance of maths anxiety in young children. In Mammarella, I. C., Caviola, S., Dowker, A. (Eds.), *Mathematics Anxiety: What Is Known, and What is Still Missing* (pp. 77–102). Routledge.

- Pizzie, R. G., Raman, N., Kraemer, D. J. (2020). Math anxiety and executive function: Neural influences of task switching on arithmetic processing. *Cognitive, Affective, Behavioral Neuroscience*, 20(2), 309–325. <https://doi.org/10.3758/s13415-020-00770-z>
- Primi, C., Busdraghi, C., Tomasetto, C., Morsanyi, K., Chiesi, F. (2014). Measuring math anxiety in Italian college and high school students: Validity, reliability and gender invariance of the Abbreviated Math Anxiety Scale (AMAS). *Learning and Individual Differences*, 34, 51–56. DOI: [10.1016/j.lindif.2014.05.012](https://doi.org/10.1016/j.lindif.2014.05.012)
- Ramirez, G., Chang, H., Maloney, E. A., Levine, S. C., Beilock, S. L. (2016). On the relationship between math anxiety and math achievement in early elementary school: The role of problem solving strategies. *Journal of Experimental Child Psychology*, 141, 83–100. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2015.07.014>
- Ramirez, G., Gunderson, E. A., Levine, S. C., Beilock, S. L. (2013). Math anxiety, working memory, and math achievement in early elementary school. *Journal of Cognition and Development*, 14(2), 187–202. <https://doi.org/10.1080/15248372.2012.664593>
- Ramirez, G., Shaw, S. T., Maloney, E. A. (2018). Math anxiety: Past research, promising interventions, and a new interpretation framework. *Educational Psychologist*, 53(3), 145–164. <https://doi.org/10.1080/00461520.2018.1447384>
- Richardson, F. C., Suinn, R. M. (1972). The Mathematics Anxiety Rating Scale: Psychometric data. *Journal of Counseling Psychology*, 19(6), 551–554. <https://doi.org/10.1037/h0033456>
- Samuel, T. S., Buttet, S., Warner, J. (2022). “I Can Math, Too!”: Reducing math anxiety in STEM-related courses using a combined Mindfulness and Growth Mindset Approach (MAGMA) in the Classroom. *Community College Journal of Research and Practice*, 47(10), 613–626. <https://doi.org/10.1080/10668926.2022.2050843>
- Sari, M. H., Hunt, T. (2020). Parent-child mathematics affect as predictors of children’s mathematics achievement. *International Online Journal of Primary Education*, 9(1), 85–96.
- Sarkar, A., Dowker, A., Kadosh, R. C. (2014). Cognitive enhancement or cognitive cost: Trait-specific outcomes of brain stimulation in the case of mathematics anxiety. *Journal of Neuroscience*, 34(50), 16605–16610. <https://doi.org/10.1523/jneurosci.3129-14.2014>
- Schaeffer, M. W., Rozek, C. S., Maloney, E. A., Berkowitz, T., Levine, S. C., Beilock, S. L. (2021). Elementary school teachers’ math anxiety and students’ math learning: A large-scale replication. *Developmental Science*, 24(4), e13080. <https://doi.org/10.1111/desc.13080>

- Schillinger, F. L., Vogel, S. E., Diedrich, J., Grabner, R. H. (2018). Math anxiety, intelligence, and performance in mathematics: Insights from the German adaptation of the Abbreviated Math Anxiety Scale (AMAS-G). *Learning and Individual Differences*, 61, 109–119. <https://doi.org/10.1523/jneurosci.3129-14.2014>
- Schleepen, T. M. J., Van Mier, H. I., De Smedt, B. (2016). The contribution of numerical magnitude comparison and phonological processing to individual differences in fourth graders' multiplication fact ability. *PLOS ONE*, 11(6), e0158335. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0158335>
- Seligman, M. E. P. (1975). *Helplessness: On Depression, Development and Death*. CA: Freeman.
- Sharp, C., Coltharp, H., Hurford, D. P., Cole, A. (2000). Increasing mathematical problem-solving performance through relaxation training. *Mathematics Education Research Journal*, 12(1), 53–61. <https://doi.org/10.1007/bf03217074>
- Smit, R., Bachmann, P., Dober, H., Hess, K. (2023). Feedback levels and their interaction with the mathematical reasoning process. *The Curriculum Journal*, 35(2), 184–202. <https://doi.org/10.1002/curj.221>
- Soni, A., Kumari, S. (2017). The role of parental math anxiety and math attitude in their children's math achievement. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 15, 331–347. <https://doi.org/10.1007/s10763-015-9687-5>
- Song, C. S., Lafay, A., Xu, C., Maloney, E., Skwarchuk, S. L., et al. (2021). Longitudinal relations between young students' feelings about mathematics and arithmetic performance. *Cognitive Development*, 59, 101078. <https://doi.org/10.1016/j.cogdev.2021.101078>
- Sorvo, R., Koponen, T., Viholainen, H., Aro, T., Räikkönen, E., Peura, P., Tolvanen, A., Aro, M. (2019). Development of math anxiety and its longitudinal relationships with arithmetic achievement among primary school children. *Learning and Individual Differences*, 69, 173–181. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2018.12.005>
- Spielberger, C. D. (1972). *Anxiety: Current trends in theory and research*. Academic Press.
- Szczygieł, M. (2019). How to measure math anxiety in young children? Psychometric properties of the modified Abbreviated Math Anxiety Scale for Elementary Children (mAMAS-E). *Polish Psychological Bulletin*, 50(4), 303–315. <https://doi.org/10.24425/ppb.2019.131003>
- Szczygieł, M. (2020a). Gender, general anxiety, math anxiety and math achievement in early school-age children. *Issues in Educational Research*, 30, 1126–1142.
- Szczygieł, M. (2020b). More evidence that math anxiety is specific to math in young children: The correlates of the Math Anxiety Questionnaire for Children (MAQC). *International Electronic Journal of Elementary Education*, 12(5), 429–438. <https://doi.org/10.26822/iejee.2020562133>

- Szczygieł, M. (2023). Math attitude and math anxiety of STEM students needs more attention. *Polish Psychological Bulletin*. <https://doi.org/10.24425/ppb.2022.141868>
- Szczygieł, M., Cipora, K. (2016). Lęk przed matematyką przyszłych nauczycieli edukacji przedszkolnej i wczesnoszkolnej. Jak uczyć, kiedy sama się boję? *Problemy Wczesnej Edukacji*, 33(2), 89–101. <https://doi.org/10.5604/01.3001.0009.4827>
- Szczygieł, M., Hohol, M. [w przygotowaniu]. Individual and environmental predictors of math anxiety in primary school children.
- Szczygieł, M., Hohol, M. (2024). The gender gap in math anxiety (and in the link between math anxiety and math performance) is not so salient when other anxieties are controlled for. *PsyArXiv Preprint*. <https://doi.org/10.31234/osf.io/5trew>
- Szczygieł, M., Hunt, T., Sari, M. H. w druku. *Contemporary Educational Psychology*. Domain-specific and domain-general predictors of math anxiety in adolescents and adults.
- Szczygieł, M., Lipińska, D. (2025). Radzenie sobie z lękiem przed matematyką: Podejście poznawczo-behawioralne. *Kwartalnik Edukacja*, 1(172). DOI: [10.24131/3724.250106](https://doi.org/10.24131/3724.250106)
- Szczygieł, M., Pieronkiewicz, B. (2022). Exploring the nature of math anxiety in young children: Intensity, prevalence, reasons. *Mathematical Thinking and Learning*, 24(3), 248–266. <https://doi.org/10.1080/10986065.2021.1882363>
- Szczygieł, M., Szűcs, D., Toffalini, E. (2024). Math anxiety and math achievement in primary school children: Longitudinal relationship and predictors. *Learning and Instruction*, 92, 101906. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2024.101906>
- Szűcs, D., Toffalini, E. (2023). Maths anxiety and subjective perception of control, value and success expectancy in mathematics. *Royal Society Open Science*, 10(11), 231000. <https://doi.org/10.1098/rsos.231000>
- Tobias, S. (1978). *Overcoming math anxiety*. W. W. Norton.
- Took, D. J., Lindstrom, L. C. (1998). Effectiveness of a mathematics methods course in reducing math anxiety of preservice elementary teachers. *School Science and Mathematics*, 98(3), 136–139. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.1998.tb17406.x>
- Trusz, S. (2015). Kulturowa transmisja stereotypu płci: Co sprawia, że mężczyźni studiują na kierunkach ścisłych lub technicznych, a kobiety na kierunkach humanistycznych lub społecznych? *Labor et Educatio*, 3, 265–302.

- Turska, D. (2018). Dlaczego tak niewiele? Ocena z matematyki oraz lęk przed matematyką jako predyktory wyboru przez maturzystki studiów ścisłych i technicznych. *Teraźniejszość–Człowiek–Edukacja*, 21(4 [84]), 68–84.
- Turska, D., Oszwa, U. (2018). Stereotyp płci w uczeniu się matematyki – percepcja nauczyciela. *Kwartalnik Pedagogiczny*, 3(249), 57–73. <https://doi.org/10.5604/01.3001.0012.7429>
- UNESCO. (2024). *Global education monitoring report 2024/5: Technology in education: A tool on whose terms?* UNESCO Publishing.
<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000391406/PDF/391406eng.pdf.multi.page=183>
- Van den Bussche, E., Alves, M., Murray, Y. P. J., Hughes, G. (2020). The effect of cognitive effort on the sense of agency. *PLOS ONE*, 15(8), e0236809. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0236809>
- Vukovic, R. K., Kieffer, M. J., Bailey, S. P., Harari, R. R. (2013). Mathematics anxiety in young children: Concurrent and longitudinal associations with mathematical performance. *Contemporary Educational Psychology*, 38(1), 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2012.09.001>
- Wang, Z., Lukowski, S. L., Hart, S. A., Lyons, I. M., Thompson, L. A., Kovas, Y., Mazzocco, M. M., Plomin, R., Petrill, S. A. (2015). Is math anxiety always bad for math learning? The role of math motivation. *Psychological Science*, 26(12), 1863–1871. <https://doi.org/10.1177/0956797615602471>
- Wang, Z., Rimfeld, K., Shakeshaft, N., Schofield, K., Malanchini, M. (2020). The longitudinal role of mathematics anxiety in mathematics development: Issues of gender differences and domain-specificity. *Journal of Adolescence*, 80, 220–232. <https://doi.org/10.1016/j.adolescence.2020.03.003>
- Williams, K., White, S. L. J., English, L. D. (2025). Profiles of general, test, and mathematics anxiety in 9- and 12-year-olds: Relations to gender and mathematics achievement. *Mathematics Education Research Journal*, 37, 161–186. <https://doi.org/10.1007/s13394-024-00485-1>
- World Health Organization (2018). *International Classification of Diseases*, 11th version.
- Xie, Y., Lan, X., Tang, L. (2024). Gender differences in mathematics anxiety: A meta-analysis of Chinese children. *Acta Psychologica*, 248, 104373. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2024.104373>
- Zeidner, M. (1998). *Test anxiety: The state of the art*. Plenum Press.
- Zettle, R. D., Raines, S. J. (2000). The relationship of trait and test anxiety with mathematics anxiety. *College Student Journal*, 34(2), 246–258.

Zhang, J., Zhao, N., Kong, Q. P. (2019). The relationship between math anxiety and math performance: A meta-analytic investigation. *Frontiers in Psychology*, 10, Article 1613.

<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01613>

Zapała, K. (2025). Wyniki badania lęku przed matematyką w Polsce. Stowarzyszenie Integracja i Rozwój.

https://husite.nl/cenf/wp-content/uploads/sites/349/2025/02/Research-paper2_PL-Wyniki-badania-leku-przed-matematyka-w-Polsce.pdf

Zawistowska, A. (2017). Gender differences in high-stakes maths testing. Findings from Poland. *Studies in Logic, Grammar and Rhetoric*, 50(1), 205–226. <https://doi.org/10.1515/slgr-2017-0025>

Zawistowska, A. (2018). Poczucie skuteczności i pozytywne autostereotypy – przypadek kobiet w naukach ścisłych i technicznych. *Przegląd Badań Edukacyjnych*, 1(26), 87. <https://doi.org/10.12775/PBE.2018.005>

Zawistowska, A., Sadowski, I. (2019). Filtered out, but not by skill: The gender gap in pursuing mathematics at a high-stakes exam. *Sex Roles*, 80(11–12), 724–734. <https://doi.org/10.1007/s11199-018-0968-7>

Zuo, H., Wang, L. (2023). The influences of mindfulness on high-stakes mathematics test achievement of middle school students. *Frontiers in Psychology*, 14, 1061027. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1061027>