



Raport i rekomendacje

z badania dotyczącego stopnia postrzeganej przydatności wiedzy naukowej w zależności od wariantu zajęć

Badanie realizowane w ramach komponentu B+R programu
Nauka dla Ciebie



Raport i rekomendacje z badania dotyczącego stopnia postrzeganej przydatności wiedzy naukowej w zależności od wariantu zajęć

Raport z badania realizowanego w ramach komponentu B+R
programu Nauka dla Ciebie

Marta Sałkowska, Dział Badań nad Kompetencjami Przyszłości

marta.salkowska@kopernik.org.pl

Zespół badawczy:

dr Marta Sałkowska

Dorota Czyżewska

Paweł Dębowski

Angelika Greniuk

Małgorzata Nowacka

Katarzyna Potęga vel Żabik

Sonia Sadowska

Spis treści

Wprowadzenie – o badaniu	2
Główne wnioski	2
Wstęp	5
Dlaczego przydatność?	5
Cel i struktura raportu	7
Główne założenia procesu badawczego	7
Proces badawczo-rozwojowy	8
Kryteria oceny przydatności lekcji	9
Nota metodologiczna	10
Dobór i struktura próby	10
Opis narzędzia badawczego	11
Analiza zgromadzonych danych	12
Ogólna ocena lekcji	12
Parkietaże	12
Szacowanie	13
Zaangażowanie poznawcze	13
Opinie związane z tematem lekcji	13
Temat – wyzwanie?	14
Ocena przydatności wiedzy zdobytej na lekcjach	15
Zaangażowanie emocjonalne	19
Emocje odczuwane podczas lekcji	19
Zaskoczenia	24
Sposób prowadzenia lekcji	25
Zaangażowanie sprawcze	27
Podsumowanie	29
Rekomendacje	31
Literatura	33
Spis rysunków	34
Spis wykresów	34
Załączniki	35
Lista szkół biorących udział w badaniu	35
Kwestionariusz ankiety	36
Scenariusze	40

Wprowadzenie – o badaniu

Badanie dotyczyło tego, w jaki sposób forma zajęć i zaproponowane aktywności wpływają na poczucie przydatności wiedzy przekazywanej podczas lekcji prowadzonych na podstawie scenariuszy zaprojektowanych przez Centrum Nauki Kopernik. Scenariusze powstały w wyniku projektu badawczo-rozwojowego, tematyką nawiązującą do eksponatów wystawy mobilnej „O matmo!”. Scenariusze przedstawiają matematykę jako ciekawą i przydatną, dlatego w procesie badawczo-rozwojowym dążyliśmy do takiego zaprojektowania scenariuszy lekcji, aby umożliwiały one prowadzenie zajęć postrzeganych przez młodzież jako przydatne. Scenariusze służą do przeprowadzenia lekcji w szkole.

Badanie prowadzone było w ramach komponentu badawczo-rozwojowego programu Nauka dla Ciebie w październiku i listopadzie 2023 r. Do udziału w nim zaprosiliśmy 10 szkół podstawowych współpracujących z Centrum Nauki Kopernik. W badaniu wzięło udział 297 uczniów i uczennic z klas 5–8. Młodzież uczestniczyła w lekcjach prowadzonych przez nauczycielki na podstawie jednego z dwóch scenariuszy zaprojektowanych w Centrum Nauki Kopernik. Po lekcjach uczniowie i uczennice uzupełniali anonimowy kwestionariusz ankiety.

Główne wnioski

- Postrzegane poczucie przydatności wiedzy i umiejętności zależy zarówno od treści lekcji, jak i od jej formy. Zakres tematyczny lekcji powinien być jak najbliższy doświadczeniom młodzieży lub powinien do nich nawiązywać. Forma lekcji z kolei powinna być angażująca, nietypowa. Bliskość tematu oraz interesująca forma lekcji sprzyjają zaangażowaniu uczniów i uczennic, a to przyczynia się do oceny zajęć jako bardziej przydatnych. Należy podkreślić, że zaangażowanie to odbywa się w trzech obszarach: emocjonalnym, poznawczym i sprawczym.
- Lekcje częściej wywoływały emocje pozytywne niż negatywne. Ponad 70% uczniów deklaroowało, że odczuwało zaciekawienie, radość i pobudzenie do myślenia podczas zajęć, a niezadowolenie i znudzenie było odczuwane przez odpowiednio 24% i 35% z nich. Niezależnie od tematu lekcji, ponad połowa respondentów wskazała, że odczuwała wszystkie pięć mierzonych pozytywnych emocji. Emocje pozytywne w większym natężeniu towarzyszyły lekcji o szacowaniu niż w przypadku lekcji o parkietach. Lekcja o szacowaniu była w większym stopniu angażująca emocjonalnie, mniej osób deklaroowało odczuwanie znudzenia. Dodatkowo większe różnice pomiędzy scenariuszami w odczuwanych przez uczniów emocjach wywołanych zajęciami były widoczne w grupie dzieci młodszych niż

starszych. Dzieci z młodszych klas częściej odczuwały radość, zaskoczenie i podekscytowanie podczas zajęć z szacowania niż parkietaży. Przyczyny tych różnic mogą tkwić zarówno w temacie lekcji (lekcja o szacowaniu zdecydowanie bardziej niż o parkietażach odwoływała się do codziennych doświadczeń młodzieży), jak i w formie (lekcja o szacowaniu sprzyjała większej aktywności fizycznej niż lekcja o parkietażach).

- Uczniów pozytywnie zaskoczyła forma prowadzonych lekcji (bez podręczników, zeszytów, notatek, ale z wykorzystaniem innych materiałów). Taka niestandardowa forma miała znaczenie dla atmosfery panującej na lekcji. Ze swobodnych wypowiedzi uczniów i uczennic wynika, że lekcja była „przyjemna”, „fajna”, „śmieszna”.
- W opinii uczniów, lekcje dotyczyły wybranych zagadnień matematycznych (szacowanie, parkietaże, geometria, figury, liczenie), ale też innych, pozawiedzowych umiejętności – współpracy i komunikacji. Uczniowie zatem trafnie zidentyfikowali te kompetencje, które lekcje miały rozwijać.
- Współpraca postrzegana jest przez uczniów i uczennice zarówno jako atut lekcji, jak i trudność. Ze swobodnych wypowiedzi młodzieży wynika, że zorganizowanie pracy zespołowej z kolegami i koleżankami z klasy stanowiło niekiedy większe wyzwanie niż samo zadanie, które mieli wykonać. Mimo tego większości uczniów i uczennic podobało się, że podczas lekcji pracowali zespołowo i wspólnie rozwiązywali zadania. W przypadku lekcji o parkietażach, młodzież z klas starszych bardziej niż z klas młodszych doceniła współpracę (70% respondentów z klas 7-8 pozytywnie ocenia współpracę podczas lekcji w porównaniu do 62% respondentów spośród klas 5-6). W przypadku lekcji o szacowaniu sytuacja jest odwrotna – uczniowie z klas młodszych (77%) częściej niż ci z klas starszych (65%) deklarują, że podobała im się współpraca podczas lekcji.
- Wiedza zdobyta podczas lekcji o szacowaniu postrzegana jest jako bardziej praktyczna i potrzebna w porównaniu z wiedzą uzyskaną podczas lekcji o parkietażach. Uczniowie częściej dostrzegają możliwość jej zastosowania w szkole i w codziennym życiu oraz zauważają, że pomoże im lepiej radzić sobie na co dzień. Można więc zakładać, iż dostrzegają większy związek ze swoim codziennym życiem niż w przypadku parkietaży.
- Temat związany z szacowaniem częściej postrzegany jest jako osobiście ważny dla respondentów niż parkietaże. Również podczas lekcji o szacowaniu uczniowie bardziej dostrzegali przykłady z życia codziennego niż podczas lekcji o parkietażach – mimo, że w obydwóch lekcjach obecne były przykłady z życia codziennego.
- Jednym z założeń projektowanych zajęć była ich dostępność i niski próg wejścia. Jednocześnie zadania powinny prowokować do myślenia i zwiększać wiedzę uczniów. Wyniki

uzyskane w trakcie badania potwierdziły spełnienie tych założeń. Tematy lekcji w opinii uczniów nie były trudne (poniżej 15% deklaracji), ale zaproponowane aktywności zmuszały do główkowania – lekcja o parkietach (43%) częściej niż o szacowaniu (34%). Dodatkowo około 60% uczniów zadeklarowało wzrost wiedzy po zajęciach.

Wstęp

Dlaczego przydatność?

Wyobraźmy sobie sytuację: jesteśmy w sali szkolnej, nauczyciel dyktuje dzieciom treści z podręcznika, a dzieci je notują. Spójrzmy na tę sytuację z perspektywy ucznia:

Normalnie – przychodzę do szkoły, jestem na lekcjach (...). No i się nudzimy. No, robimy notatki w zeszytach. Pani nam dyktuje albo czasem z książek – żebyśmy mieli więcej wiedzy.

Ta sama sytuacja z perspektywy nauczycielki wygląda zgoła inaczej:

Ja nie wiem, ja nie bardzo rozumiem, co to znaczy nuda dla uczniów. Dla mnie nudno to jest generalnie, jak nie mam się czym zająć na lekcji. Nawet jeżeli ja im tam – to znaczy – ja mam wrażenie, że ja mogę im dyktować całą godzinę, a oni potem powiedzą, że nudno było. Dla mnie nuda jest, kiedy nie wiem, co mam robić. Jak ja bym była uczniem i miałabym pisać przez 40 minut, bo pani dyktuje, to są ważne rzeczy, to gdzie tu się nudzić? (Stańczyk 2012: 36–37).

Powyższe wypowiedzi pokazują, że poczucie sensu czy też przydatności nie jest automatycznie przypisane do różnych czynności wykonywanych podczas lekcji albo podczas wykonywania poleceń osób prowadzących lekcje. To, że uczniowie przepisują bądź notują to, co dyktuje nauczyciel, nie oznacza, że są zaangażowani albo że rozumieją, w jakim celu wykonują daną czynność. Z poczuciem bezsensu łączy się poczucie nudy – warto zauważyć, że nuda nie oznacza braku zajęcia (por. Kazimierczyk 2021). Nudne jest wykonywanie zadania, którego sensu i celu się nie rozumie, nie wiadomo, do czego to wykonywane zadanie jest potrzebne czy też przydatne. Niektóre czynności wykonywane przez młodzież mogą być przez nią postrzegane jednocześnie jako nudne i przydatne, np. w kontekście przygotowywania się do egzaminów lub w procesie stawania się wybitnym sportowcem czy muzykiem (por. Wagner 2015).

Na odmienny aspekt poczucia bezsensu nauki na lekcjach i w szkole wskazuje Katarzyna Kalinowska (2022). Badaczka upatruje źródeł tego postrzegania w trzech zjawiskach: po pierwsze, w unifikacji przejawów indywidualizmu i podmiotowości młodzieży; po drugie, w presji oceniania i punktowania każdej aktywności szkolnej i pozaszkolnej; oraz po trzecie, w chaotycznej, nieskoordynowanej podaży wiedzy oraz rozmijaniem się treści szkolnych z codziennym życiem i problemami nastolatków.

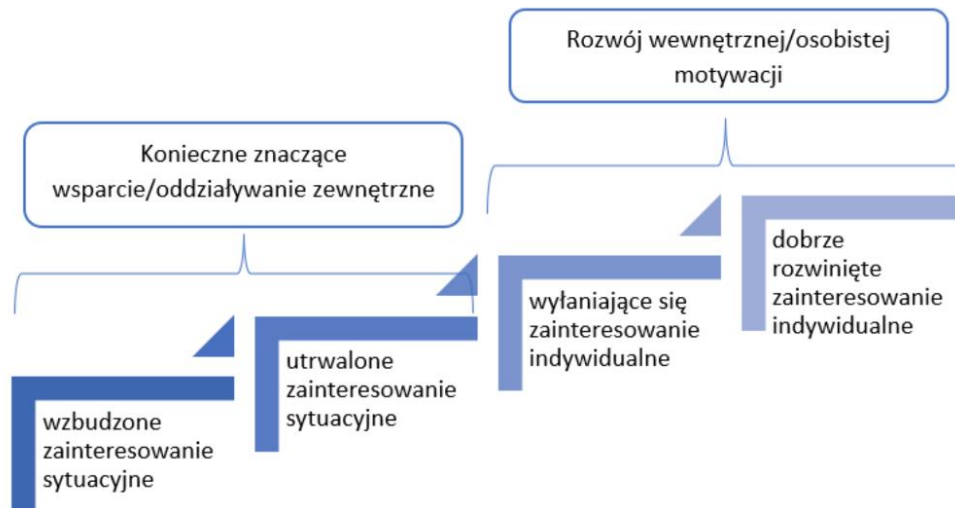
Podaż wiedzy, o której pisze Katarzyna Kalinowska (2022), i nadmiar materiału, który należy opanować w szkole, bywają także powodem frustracji, nie rozbudzają wewnętrznej motywacji do

dalszego uczenia się, lecz wręcz przeciwnie – zniechęcają i raczej przyczyniają się do hamowania niż rozwoju samodzielności poznawczej (por. Jachymek 2023).

Na rozdźwięk między zakresem wiedzy, którą należy przyswoić (bądź też „zaliczyć” na ocenę) w szkole, oraz rzeczywistymi doświadczeniami wskazują również wyniki innych badań przeprowadzonych na zlecenie Centrum Nauki Kopernik. Niekiedy sama treść zadań z matematyki jest tak nierealistyczna, że uczniom trudno się do niej w jakikolwiek sposób ustosunkować – „żadna Zosia nie pójdzie kupić 30 arbuźów na targ” (Jachymek 2023: 33). Trudno zaangażować się i dostrzec sens czynności, nie widząc powiązań z sytuacjami, których doświadcza się na co dzień, lub z zagadnieniami, które są przedmiotem zainteresowań.

Warunkiem uznania nowych informacji za przydatne lub nie jest m.in. zdolność wytworzenia przez ucznia analogii lub połączenia wiedzy z osobistymi doświadczeniami. Ciekawą ilustracją braku analogii i dostrzegania powiązań między różnymi dziedzinami są wyniki polskiej edycji badania *The Relevance of Science Education – Second – ROSES* (Łukianow 2020), wedle których dla polskich ówczesnych 15-latków interesujące były zagadnienia związane z bombą atomową i to o nich chcieliby się dowiedzieć więcej. Jednak, z drugiej strony, sama problematyka cząsteczek i atomów w tej samej grupie cieszy się dużo mniejszym zainteresowaniem. Ponadto przywołane badania wskazują, że zainteresowania uczniów w niewielkim stopniu pokrywają się z treściami przedmiotowymi ze szkoły.

Dlaczego poczucie przydatności zdobywanej wiedzy jest ważne? Postrzegana przydatność kompetencji (wiedzy i umiejętności) zdobywanych w szkole wiąże się z motywacją osobistą. Dostrzeżenie sensu zdobywania konkretnej wiedzy i umiejętności buduje motywację wewnętrzną do dalszego, samodzielnego uczenia się i rozwijania samodzielności poznawczej. Podczas zajęć edukacyjnych możemy rozbudzać w uczestnikach zainteresowanie i zaangażowanie sytuacyjne, związane jedynie z aktualną sytuacją edukacyjną. Przedstawiony poniżej schemat opisuje model rozwoju zainteresowań (od sytuacyjnego, które wymaga znacznych oddziaływań zewnętrznych, np. odpowiednio zaprojektowanych i przeprowadzonych zajęć, do zainteresowania długotrwałego wynikającego z motywacji wewnętrznej osoby). Im bardziej uda się rozwinąć zainteresowanie sytuacyjne i im bardziej uczestnicy będą zaangażowani (poznawczo, emocjonalnie i behawioralnie) w daną sytuację, tym większe prawdopodobieństwo, że zaangażowanie i zainteresowanie przekształci się w trwałą postawę wobec uczenia się, nabywania wiedzy i umiejętności oraz rozwijania samodzielności poznawczej (por. Hidi i Renninger 2006, Ryan 2008).



Rysunek 1. Model rozwoju zainteresowania. Na podstawie Hidi i Renninger (2006).

Poprzez zaprojektowanie sprzyjających sytuacji edukacyjnych możemy oddziaływać na zainteresowanie i zaangażowanie sytuacyjne uczniów. Dlatego też celem procesu badawczo-rozwojowego poprzedzającego badanie poczucia przydatności było wyodrębnienie kryteriów przydatności wiedzy i scenariusza, a następnie projektowanie i testowanie kolejnych wersji scenariuszy.

Cel i struktura raportu

Celem niniejszego raportu jest przedstawienie zarówno wyników badania na temat postrzegania przydatności wiedzy zdobywanej w szkole w zależności od wariantu scenariusza, jak i zarysowanie procesu badawczo-rozwojowego poprzedzającego realizację badania. W przypadku tego badania wariantem jest temat scenariusza – szacowanie i parkietaże.

Raport rozpoczyna się opisem głównych założeń procesu badawczego, w tym opisu procesu badawczo-rozwojowego, w wyniku którego wypracowane zostały kryteria przydatności lekcji oraz dwa scenariusze lekcji spełniające te kryteria. Kolejną część stanowi nota metodologiczna. Dalej znajduje się część analityczna, po której prezentujemy wnioski i rekomendacje.

Główne założenia procesu badawczego

Celem badania było sprawdzenie, na ile zróżnicowane tematy zajęć realizowanych na podstawie scenariuszy zaprojektowanych w procesie B+R wpływają na postrzeganie przez uczniów przydatności

wiedzy i jak różni się ta postrzegana przydatność w zależności od wariantu scenariusza (parkietaże czy szacowanie). Dodatkowo kontrolowano zmienne takie jak zaangażowanie sprawcze oraz emocjonalne uczestników zajęć oraz ich klasa i wiek.

Badanie oraz poprzedzający je proces badawczo-rozwojowy realizowane były w ramach komponentu badawczo-rozwojowego programu „Nauka dla Ciebie” w 2023 roku.

Proces badawczo-rozwojowy

Proces badawczo-rozwojowy poprzedzał badanie postrzegania przydatności wiedzy w zależności od wariantu scenariusza. Poszukiwaliśmy w nim odpowiedzi na pytanie: jakie czynniki decydują o postrzeganej przez uczniów przydatności lekcji?

Proces badawczo-rozwojowy składał się z kilku etapów.

Pierwszy etap (luty–czerwiec 2023 r.) był kluczowy i obejmował prace koncepcyjne, w tym: badania eksploracyjne, przegląd literatury i wyników badań związanych z postrzeganiem przydatności i poczucia sensu lekcji, wiedzy, nauki i procesu uczenia się. Na koniec tego etapu zespół badawczy opracował zestaw kryteriów przydatnej lekcji oraz przydatnego scenariusza lekcji. Sporządziliśmy również formalne wytyczne, wynikające z założeń programu „Nauka dla Ciebie”. Następnie opracowane zostały kryteria doboru eksponatów z wystaw mobilnych, dokonano ich przeglądu i kilkustopniowej selekcji – wybraliśmy wstępnie trzy eksponaty, wokół których miały powstać scenariusze: parkietaż, szacowanie i znikające kolory. Warto zaznaczyć, że dobór eksponatów konsultowaliśmy zarówno z wewnętrznymi, jak i zewnętrznymi ekspertami. Powstały pierwsze iteracje trzech scenariuszy.

Drugim etapem (lipiec–wrzesień 2023 r.) były testy scenariuszy w Pracowni Przewrotu Kopernikańskiego i przestrzeniach Centrum Nauki Kopernik (testy *in-vitro*). Zajęcia prowadzone z wykorzystaniem pierwszej iteracji scenariuszy były obserwowane przez interdyscyplinarny zespół (obserwacja nieuczestnicząca). Zespół zwracał uwagę na dynamikę zajęć, momenty zaangażowania i braku zaangażowania uczestników oraz klarowność poleceń. Po zajęciach ich uczestnicy wypełniali plansze z niedokończonymi zdaniami, np.: „w zajęciach podobało mi się/nie podobało mi się...”, „zajęcia były o...”, „w zajęciach proponuję zmienić...”.

Na podstawie danych z uzupełnionych plansz i obserwacji wprowadzaliśmy na bieżąco zmiany w scenariuszach. Przede wszystkim zrezygnowaliśmy z rozwijania scenariusza na temat eksponatu „znikające kolory” – ze względu na zbyt duże ryzyko uproszczeń, które mogły prowadzić do błędnego wnioskowania, oraz trudno dostępne materiały niezbędne do realizacji zajęć.

Ustaliliśmy, że scenariusz powinien być zestawem aktywności związanych z wiodącym zagadnieniem, a nie z góry zaplanowanym ciągiem aktywności. We wrześniu 2023 r. wprowadziliśmy ostatecznie zmiany w scenariuszach (doprecyzowaliśmy polecenia, przeformułowaliśmy niektóre aktywności). Powstały dwa warianty scenariusza: jeden o parkietach, drugi o szacowaniu.

Kolejna iteracja scenariuszy była testowana w środowisku naturalnym, czyli w szkołach (testy *in-vivo*). Testy odbyły się w październiku i listopadzie 2023 r. Do udziału w testach zaprosiliśmy szkoły już współpracujące z Centrum Nauki Kopernik. Testowaniu w szkołach towarzyszyło kwestionariuszowe badanie poczucia przydatności lekcji wśród uczniów i uczennic. Każda lekcja była obserwowana przez dwoje badaczy. Arkusz obserwacji nieuczestniczącej dotyczył aranżacji przestrzeni, momentów zaangażowania oraz braku zaangażowania. Dodatkowo nauczycielki prowadzące lekcję uzupełniały kwestionariusz ankiety online.

Po zakończeniu testów w szkołach wprowadziliśmy kolejne zmiany do scenariuszy. Na podstawie danych uzyskanych z obserwacji oraz z kwestionariuszy ankiet wypełnianych przez uczniów i nauczycielki uzupełniliśmy scenariusze o dodatkowe wskazówki dla nauczycieli przy każdej proponowanej aktywności („Zwróć uwagę”), doprecyzowaliśmy polecenia, a do każdej aktywności dopisaliśmy listę potrzebnych materiałów oraz orientacyjny czas trwania. W scenariuszach znajdują się również opinie uczniów i uczennic na temat lekcji i poszczególnych aktywności.

Jako rezultat procesu badawczo-rozwojowego powstały zatem dwa warianty scenariusza zajęć: jeden o parkietach, drugi o szacowaniu. Scenariusze stanowią załączniki do niniejszego raportu.

Kryteria oceny przydatności lekcji

Na podstawie przeglądu literatury i wyników badań (por. Jachymek 2022, Jachymek 2023, Łukianow 2020, Reeve i Jang 2022, Ryan 2008) sformułowaliśmy szczegółowe kryteria przydatności.

Podzieliliśmy je na następujące obszary:

1. Zakres i tematyka:
 - a. treść i tematyka lekcji powinny odwoływać się do doświadczenia z życia uczniów i uczennic, co przekłada się na dostępność lekcji;
 - b. lekcja powinna zawierać kluczowe zagadnienia wraz z instrukcjami, w jaki sposób pogłębić wiedzę;
 - c. lekcje powinny być interdyscyplinarne – powinny wskazywać powiązania z innymi dziedzinami (przedmiotami szkolnymi);
 - d. lekcje powinny ukazywać praktyczne zastosowanie przekazywanej wiedzy.

2. Forma:
 - a. lekcja powinna mieć przejrzystą i logiczną strukturę, przedstawioną i wyjaśnioną uczniom;
 - b. lekcja powinna mieć wyraźny cel, który jest znany uczniom;
 - c. podczas lekcji powinny być stosowane zróżnicowane i angażujące metody uczenia i uczenia się.
3. Zaangażowanie emocjonalne:
 - a. lekcja powinna wywoływać pozytywne emocje (zainteresowanie, zachwyt, pobudzenie do myślenia, podekscytowanie, radość);
 - b. podczas lekcji uczestnicy nie powinni odczuwać nudy;
 - c. na lekcji powinna panować dobra atmosfera (bez niepotrzebnego stresu).
4. Zaangażowanie sprawcze:
 - a. podczas lekcji należy zachęcać do samodzielnego lub zespołowego działania, wymyślenia, główkowania;
 - b. lekcja powinna zapewniać przestrzeń na samodzielność, podejmowanie prób, testowanie i sprawdzanie różnych rozwiązań.

Nota metodologiczna

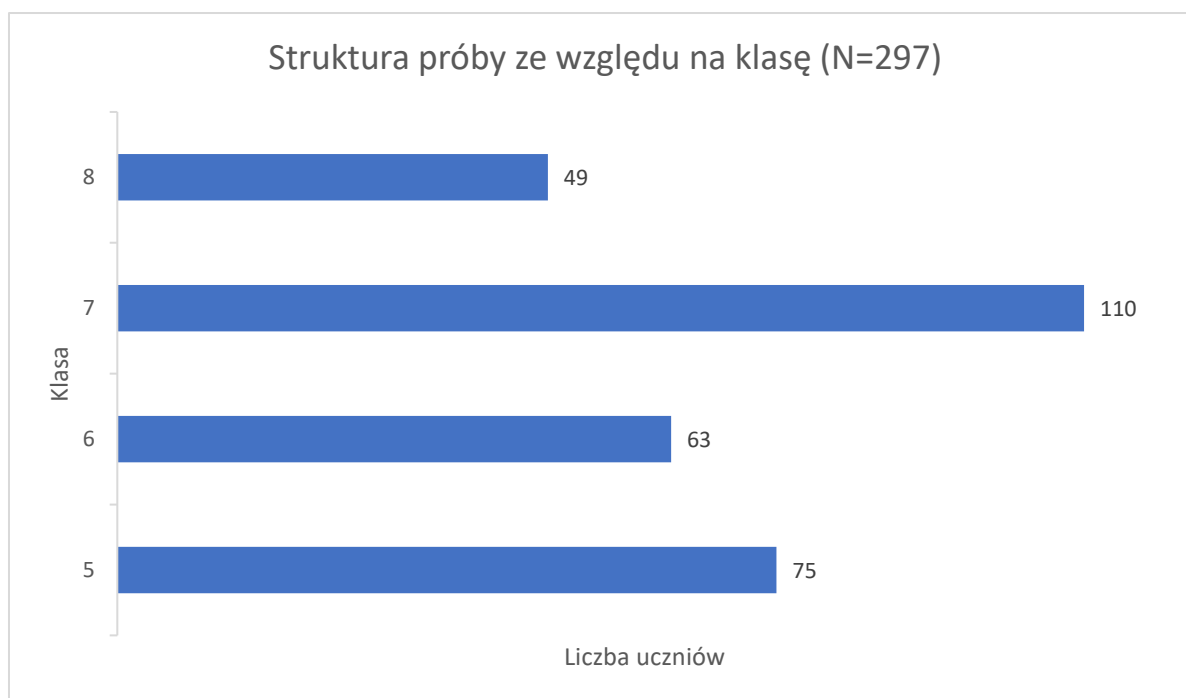
Badanie prowadziliśmy w październiku i listopadzie 2023 r. Do udziału w nim zostały zaproszone szkoły, w których w 2023 r. gościła mobilna wystawa programu Nauka dla Ciebie „O matmo!” oraz szkoły z województwa mazowieckiego, w których działają Kluby Młodego Odkrywcy.

Dobór i struktura próby

Dobór próby był dwustopniowy. Najpierw do szkół, które spełniały przyjęte kryterium (obecność wystawy „O matmo!” lub mazowiecki KMO), wysłaliśmy list zapraszający do udziału w badaniu i dokonaliśmy wyboru spośród tych, które odpowiedziały pozytywnie na zaproszenie. Następnie w zrekrutowanych szkołach nauczyciele dobierali klasy (5, 6, 7 lub 8) oraz sami decydowali o wyborze scenariusza, według którego poprowadzą lekcję.

Ostatecznie badanie przeprowadziliśmy w 10 szkołach, głównie z województwa mazowieckiego. W próbie szkół znalazły się szkoły publiczne i niepubliczne, położone w dużych miastach i mniejszych miejscowościach, z oddziałami integracyjnymi i bez. W badaniu wzięło udział 297 uczniów z klas 5–8. Łącznie przeprowadzono 16 lekcji z wykorzystaniem scenariuszy, po 8 w każdym z dwóch wariantów. Lista szkół, w których realizowane było badanie, stanowi załącznik do raportu.

Strukturę badanej próby uczniów ze względu na klasę prezentuje poniższy wykres.



Wykres 1. Struktura próby ze względu na klasę.

W badanej próbie najliczniejszą grupę stanowili siódmoklasiści (110 respondentów), kolejni pod względem liczebności byli piątoklasiści (75 respondentów) i szóstoklasiści (63 respondentów). Najmniej liczną grupę stanowi ósmoklasiści (49 respondentów).

Opis narzędzia badawczego

Dane gromadzone były techniką ankiety, z wykorzystaniem anonimowego kwestionariusza ankiety uzupełnianego samodzielnie przez uczniów zaraz po zakończeniu lekcji. W kwestionariuszu znajdowały się zarówno pytania otwarte, jak i zamknięte. Kwestionariusz składał się z części metryczkowej, pytań dotyczących znajomości wystawy „O matmo!”, ogólnych pytań o lekcję (Co zaskoczyło? O czym była lekcja? Co się podobało najbardziej, a co najmniej?), emocji odczuwanych podczas lekcji (Karwowski i Gop 2020), zaangażowania poznawczego, postrzegania przydatności wiedzy oraz zaangażowania sprawczego.

Kwestionariusz ankiety stanowi załącznik do raportu.

Trudność podczas realizacji badania w szkołach stanowiły ograniczenia czasowe spowodowane planem lekcji. Niestety zdarzało się, że uczniowie tracili przerwę i niekiedy początek kolejnej lekcji na wypełnienie kwestionariusza ankiety. Uczniom, szczególnie obcojęzycznym, trudność sprawiało zrozumienie treści niektórych pytań.

Analiza zgromadzonych danych

Poniżej prezentujemy analizę danych zgromadzonych podczas badania. Zaczynamy od ogólnej oceny lekcji (co się podobało respondentom, a co nie), później omawiamy zaangażowanie emocjonalne, następnie poznawcze (w tym poczucie przydatności), a kończymy zaangażowaniem sprawczym.

Ogólna ocena lekcji

W tej części znajduje się omówienie odpowiedzi respondentów na otwarte pytania o to, co im się najbardziej i najmniej podobało w lekcji. Nie bierzemy tutaj pod uwagę odpowiedzi typu: „wszystko”, „nic”.

Parkietaże

Wśród aspektów lekcji o parkietażach, które podobały się respondentom, należy wymienić te związane z formą lekcji: „że ciągle było coś innego”, „było interesnie”, „że to była bardzo ciekawa lekcja, na której można było użyć swojej wyobraźni”, „ciekawy pomysł na lekcję”, „było po prostu ciekawie”, „ciekawość lekcji”, „nie musieliśmy nic pisać”, „że była luźna lekcja”, „to, że nic nie pisaliśmy”, „bez zeszytów”. Uczniowie zwracali więc uwagę na niestandardowy przebieg i sposób prowadzenia lekcji.

Na szczególną uwagę zasługuje jedna wypowiedź: „[najbardziej podobało mi się] to, że sama nie lubię pod żadnym względem geometrii, a tutaj została fajnie przedstawiona”. Może ona oznaczać, że sposób prowadzenia lekcji oraz zaproponowane aktywności mogą zachęcać do matematyki osoby, które jej nie lubią albo czują, że są z niej słabe. Scenariusz lekcji o parkietażach ma zatem potencjał, aby stworzyć sytuację edukacyjną niewykluczającą uczniów i uczennic, którzy nisko oceniają swoje kompetencje w określonym zakresie bądź postrzegają matematykę jako przedmiot „nie dla nich”.

Współpraca jest tym aspektem lekcji, który wzbudza mieszane opinie. Z jednej strony, uczniowie podkreślali, że podobała im się praca zespołowa z kolegami i koleżankami z klasy: „bycie w grupach”, „praca w grupach”, „integracja i duża współpraca z innymi osobami z klasy”, „w grupach, w których jedna osoba się odkręcała, a druga zgadywała co to za figura”, „praca zespołowa”, „że zrobię pracę ze swoim kolegą”, „komunikacja podczas pracy współpraca z kolegami”, „współpraca z innymi jak pracowaliśmy z grupą”. Z drugiej, współpraca jest dla niektórych trudna, więc stanowiła także jeden z aspektów, który uczniom się nie podobał: „praca w grupach”, „współpraca z grupą”, „Kolega rozdmuchał mi parkietaż”, „że kolega ukradł ode mnie pięciokąt!!! > 😞”, „brak współpracy”, „zachowanie mojej grupy :)”, „hałas i chaos podczas pracy; nie rozumiałam języka osób z mojej grupy; osoby z mojej grupy mi nie pomagały”, „kolega z grupy mnie denerwował”.

Negatywnie oceniony został również czas, w którym odbywała się prezentacja albo nauczycielka coś tłumaczyła: „najmniej podobało mi się tłumaczenie”.

Szacowanie

W przypadku lekcji o szacowaniu uczniowie zapytani, co im się najbardziej podobało, wskazywali raczej na konkretne aktywności, np.: „planszówka na tablicy”, „gra planszowa”, „rysowanie kulek [pól do gry planszowej]”, „jak graliśmy w grę”, „zabawa w planszówkę”, „robienie planszy i granie na niej w grę”. Uczniom podobały się również dwie aktywności związane z szacowaniem minuty, „gra z fasolkami” oraz mierzenie sznurkiem linii granicznej. Podobało im się również, że korzystali z innych niż zazwyczaj materiałów: „mierzenie spinaczami”, „praca z klockami”, „gwiazdki, sznurki”.

Podobnie jak w przypadku parkietaży uczniowie chwalą niestandardowy sposób prowadzenia lekcji, np.: „że nie musieliśmy nic pisać”, „nie było normalnej lekcji”, „brak pracy domowej”, „zabawy”. Jeden z uczniów zauważył: „nie ma lekcji <rysunek serpentyn>; zabawa, współzawodnictwo, współpraca, przyjemności”.

Wśród tych aspektów lekcji o szacowaniu, które nie podobały się uczniom, znajdują się znów konkretne aktywności, takie jak: szacowanie minuty, liczenie długości linii granicznej. Szczególnie nie lubiane były aktywności związane z przeliczaniem oraz wykorzystywaniem różnych przedmiotów do liczenia.

Zaangażowanie poznawcze

Opinie związane z tematem lekcji

Zapytaliśmy uczniów, o czym, według nich, była lekcja, w której uczestniczyli.

Parkietaże

W przypadku lekcji o parkietażach w odpowiedziach dominowały stwierdzenia związane z głównym tematem, np. „lekcja była o parkietażach”, „lekcja była o układaniu parkietaży”. Pojawiały się też bardziej rozbudowane odpowiedzi, ale i one dotyczyły tematu lekcji, np.: „o parkietażach, takich kształtach dziwnych i matematyce”, „o figurach i kształtach, o wzorach, chodnikach, parkietażach”, „to była lekcja o parkietażach i wzorach matematycznych”. Odrębną kategorią odpowiedzi są te, które odwołują się do czynności wykonywanych podczas lekcji, np. układanie parkietaży, „o tym, jak zrobić parkietaż”, „o układaniu figur w sekwencję miłą dla oka”. Niektóre z odpowiedzi wskazują na dostrzeżoną analogię do innych dziedzin, np. do architektury, tworzenia kompozycji, tworzenia witrażów. Uczniowie wskazywali więc na powiązania między matematyką a sztuką.

Zauważali też, że dotyczyła kompetencji pozamatematycznych, takich jak: współpraca, samodzielne myślenie, logiczne myślenie. „Ta lekcja była o pracy w grupie oraz o myśleniu samodzielnym, by zrobić wzór musieliśmy pogłównkować”.

Niektóre odpowiedzi miały nacechowanie oceniające, np.: „lekcja była ciekawa, ponieważ poznaliśmy dużo”, „ta lekcja była według mnie bardzo interesująca i rozwijająca, tworzyliśmy własne parkietaże”, „lekcja była ciekawa, łączyliśmy różne figury razem”, „była bardzo fajna”, „była bardzo przyjemna”, „to była ciekawa lekcja”.

Szacowanie

W przypadku pytania, o czym była lekcja związana z szacowaniem, najczęściej pojawiającą się odpowiedzią jest oczywiście wskazanie szacowania jako pojęcia oraz szacowania jako procesu. Uczniowie używali też pojęć bliskoznacznych, niekiedy potocznych, znanych im z ich doświadczenia, np.: „ta lekcja była o mierzeniu mniej więcej (na oko) danej rzeczy”, „o tym czy umiemy liczyć na oko”.

Padły też odpowiedzi, podobnie jak w przypadku lekcji o parkietażach, związane z rozwijaniem umiejętności jak współpraca: „była o tym, że czasem warto ułatwić sobie życie”, „była ona sprawdzeniem czy potrafimy szacować oraz pracować w grupie”, „Ta lekcja była o szacowaniu i o przybliżaniu liczb. Mogła też sprawdzić nasz umysł”.

Nawet w pytaniu o temat lekcji respondenci podkreślają, że nie była to typowa lekcja w szkole. Lekcja była o: „ciekawych informacjach”, „ciekawa nauka”, „o ciekawostkach z nauki”. Zwracają uwagę na znaczenie atmosfery, jaka panowała na lekcji: „była na pewno lepsza niż zwykła”, „była na temat szacowania, ale odbyło się to w przyjemny i zabawny sposób :)”, „Ta lekcja miała nas w przyjemny sposób nauczyć szacowania”.

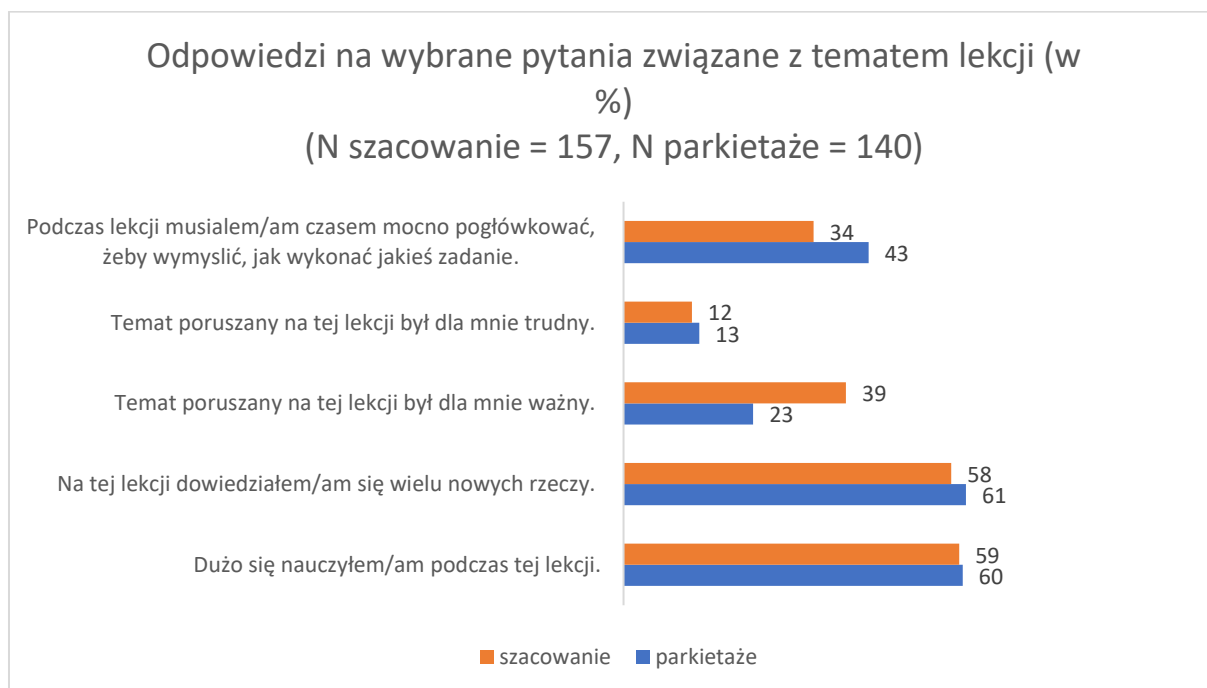
Temat – wyzwanie?

Ogólnie rzecz biorąc, blisko 2/3 uczniów deklaruje, że dużo nauczyli się podczas lekcji. Odsetki te są prawie takie same, niezależnie od wariantu lekcji – 60% wskazań o parkietażach, 59% o szacowaniu. Uczniowie podczas lekcji dowiedzieli się wielu nowych rzeczy (61% – parkietaże, 58% – szacowanie).

Zapytaliśmy respondentów, czy temat poruszany na lekcji był dla nich ważny. Zdecydowanie jako ważniejsze postrzegane jest szacowanie (39%) niż parkietaże (23%). Trudność tematów oceniana jest bardzo podobnie (12% respondentów ocenia temat szacowania jako trudny, 13% sądzi tak o temacie parkietaży).

Jednocześnie 43% respondentów przyznaje, że podczas lekcji o parkietażach musieli czasem mocno pogłówkować, żeby wymyślić rozwiązanie. W przypadku lekcji o szacowaniu takiego zdania jest ponad 1/3 respondentów (35%).

Rozkład odpowiedzi na pytania związane z tematem lekcji przedstawia poniższy wykres.



Wykres 2. Rozkład odpowiedzi na wybrane pytania związane z tematem lekcji, w zależności od wariantu scenariusza

Można zatem uznać, że sam temat lekcji nie był dla respondentów szczególnym wyzwaniem, co oznacza, że scenariusze spełniły kryterium dostępności w tym wymiarze. Na lekcji o parkietażach zmuszeni byli do główkowania nieznacznie częściej niż na lekcji o szacowaniu. Najczęściej konieczność główkowania deklarują uczniowie z klas młodszych, którzy brali udział w lekcji o parkietażach (53% młodszych uczniów w porównaniu do 38% wśród starszych). Dla nich też ten temat był trudniejszy niż dla starszych uczniów (18% w porównaniu do 11%). Z kolei scenariusz o szacowaniu częściej zmusza do główkowania uczniów ze starszych klas (37%) niż z młodszych (31%).

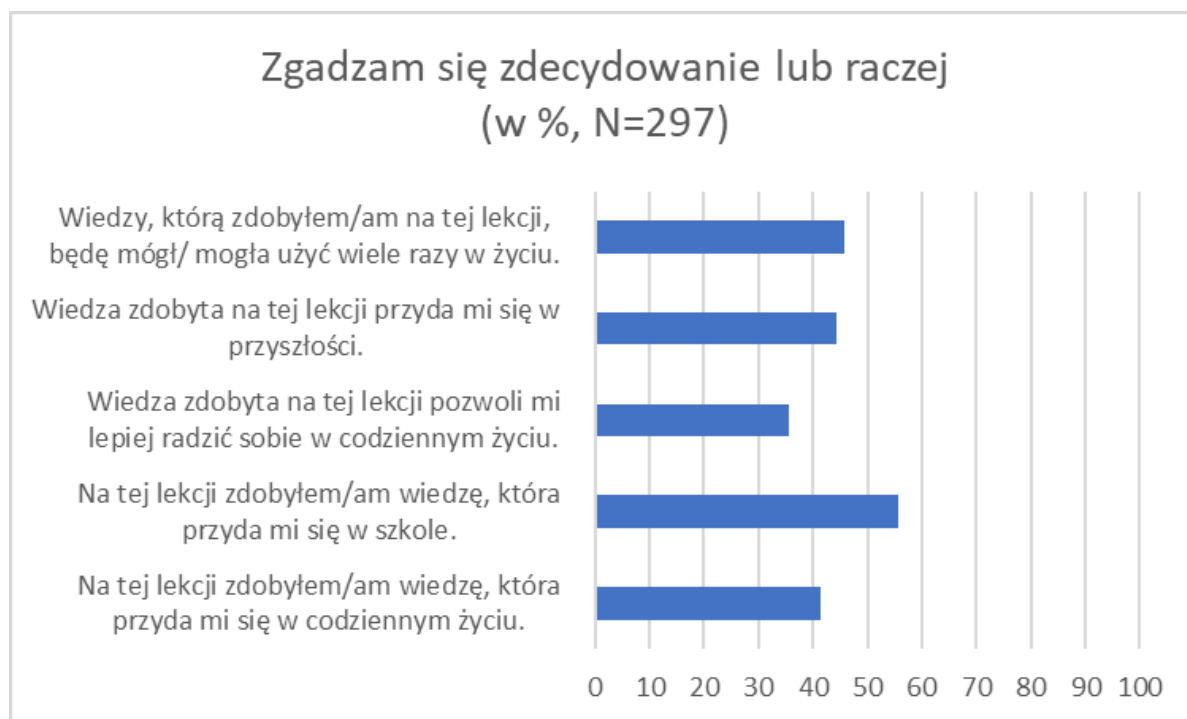
Odpowiedzi na pytania otwarte o pozytywnie i negatywnie oceniane aspekty lekcji wskazują, że niekiedy większym wyzwaniem niż sam temat i treść zadania do wykonania była współpraca z koleżankami i kolegami z klasy.

Ocena przydatności wiedzy zdobytej na lekcjach

Blisko 2/3 uczniów deklaruje, że dużo nauczyli się podczas lekcji. Odsetki te są prawie takie same, niezależnie od wariantu lekcji – 60% wskazań o parkietażach, 59% o szacowaniu. Uczniowie podczas lekcji dowiedzieli się wielu nowych rzeczy (61% – parkietaże, 58% – szacowanie).

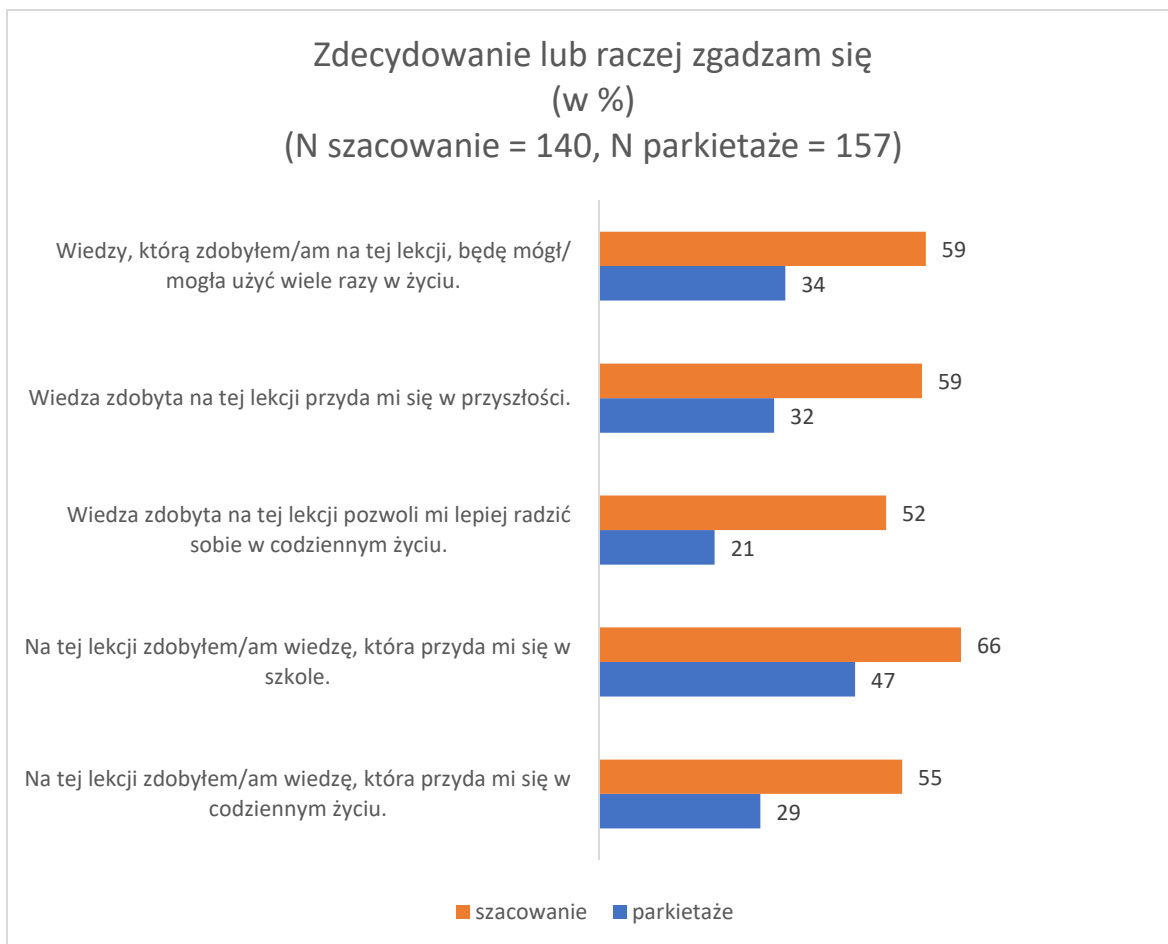
Ponad połowa respondentów (56%) twierdzi, że na lekcji zdobyła wiedzę, która przyda się im się w szkole. Blisko połowa uczestników badania uważa, że na lekcji zdobyła wiedzę, którą będzie mogła wykorzystać wiele razy w życiu (46%) oraz że wiedza zdobyta na lekcji przyda jej się w przyszłości (44%). W kontekście przydatności najmniej osób deklaruje, że wiedza zdobyta na lekcji pozwoli im lepiej sobie radzić w codziennym życiu (36%).

Szczegółowy rozkład opinii ilustruje poniższy wykres.



Wykres 3. Rozkład odpowiedzi na blok pytań związanych z postrzeganiem przydatności wiedzy, ogółem.

Postrzeganie przydatności wiedzy jest zróżnicowane ze względu na wariant lekcji. Jako bardziej przydatna oceniana jest wiedza zdobyta na lekcji o szacowaniu niż o parkietach. Szczegółowy rozkład odpowiedzi respondentów przedstawia poniższy wykres.

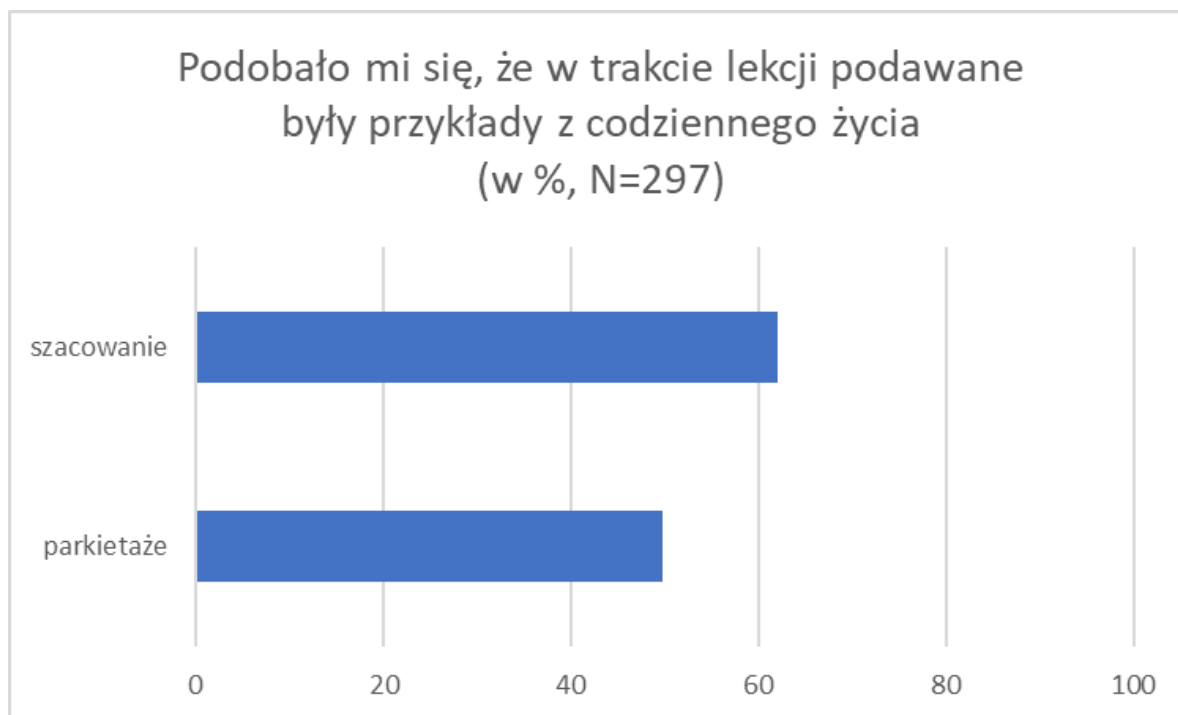


Wykres 4. Rozkład odpowiedzi na pytania dotyczące postrzegania przydatności zdobytej wiedzy, w zależności od wariantu scenariusza.

Ponad 60% respondentów uważa, że wiedza zdobyta na lekcji szacowania przyda im się w szkole, analogicznego zdania na temat lekcji o parkietażach jest niecała połowa respondentów (47%).

Blisko 60% uczestników twierdzi, iż wiedzy zdobytej na lekcji o szacowaniu będą mogli użyć wiele razy w życiu, podobnie często wyrażano opinię, że wiedza ta przyda się w przyszłości. W taki sam sposób o lekcji na temat parkietaży wypowiada się odpowiednio: 34% oraz 32% respondentów. Ponad połowa respondentów jest zdania, że wiedza uzyskana na lekcji o szacowaniu pozwoli im lepiej radzić sobie na co dzień (52%). Zdecydowanie niższy odsetek respondentów ocenia tak wiedzę zdobytą na lekcji o parkietażu (21%).

Uczniom podobało się, że w trakcie lekcji podawane były przykłady z codziennego życia. Niewątpliwie nawiązywanie do zwykłego doświadczenia uczniów ma znaczenie w kontekście postrzeganej przydatności wiedzy i lekcji jako takiej. Rozkład zgód ze stwierdzeniem „podobało mi się, że w trakcie lekcji podawane były przykłady z codziennego życia” prezentuje wykres poniżej.

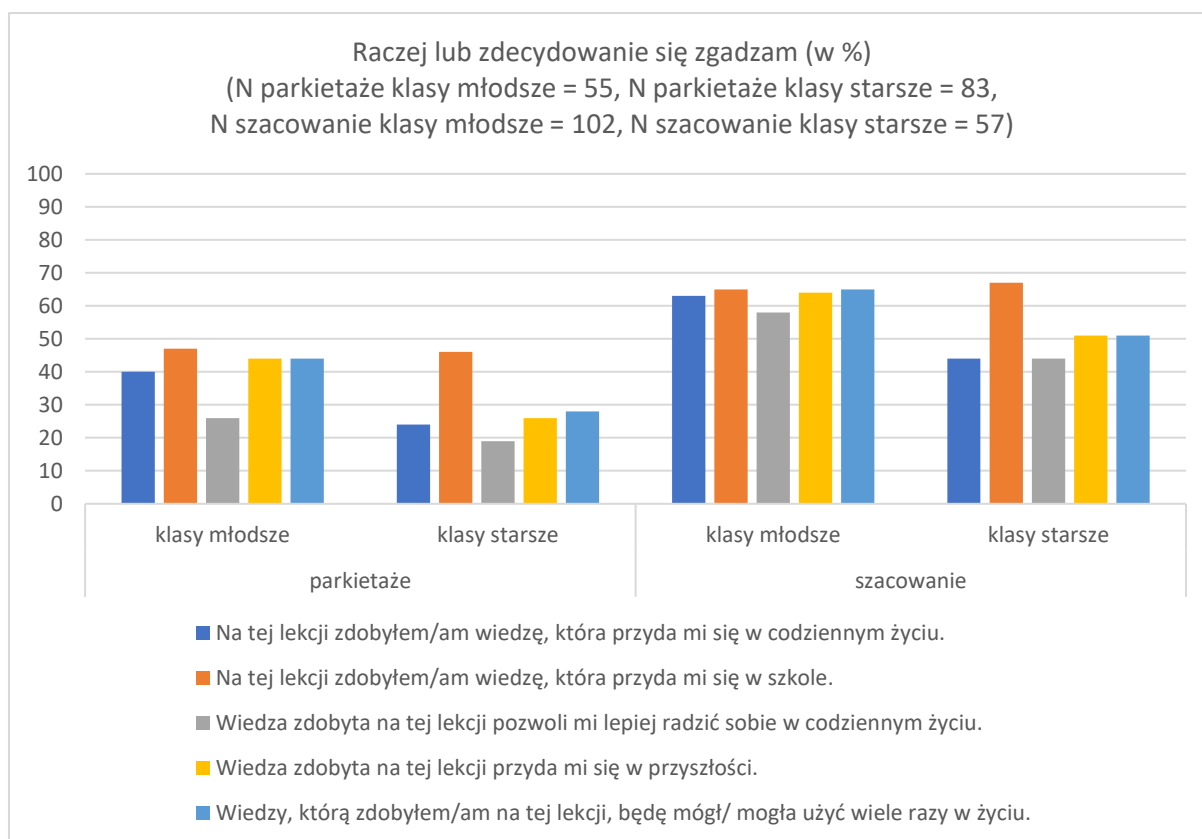


Wykres 5. Rozkład zgód ze stwierdzeniem „Podobało mi się, że w trakcie lekcji podawane były przykłady z codziennego życia”, ogółem.

Ponad 60% respondentów podoba się nawiązywanie do codziennego życia na lekcjach szacowania, na lekcjach o parkietażach tego samego zdania jest połowa respondentów. Warto zaznaczyć, że w obydwóch wariantach scenariusza zawarte były odwołania do codziennego życia. Można przypuszczać, że zagadnienia związane z szacowaniem są zdecydowanie bliżej doświadczenia uczniów i uczennic niż parkietaże.

Respondenci w znakomitej większości nie zgodzili się ze stwierdzeniem, że lekcja była stratą czasu. Ogólnie lekcję jako stratę czasu ocenia 13% uczniów. Lekcję o szacowaniu postrzega tak 13% uczestników, a o parkietażach – 14%.

Jeśli chodzi o postrzeganie przydatności wiedzy i umiejętności zdobytych podczas lekcji, dzieci z klas 5-6 są bardziej optymistyczne niż młodzież z klas 7-8. Młodszy respondenci częściej niż starsi twierdzą, że wiedza i umiejętności pozyskane podczas lekcji przydadzą im się w przyszłości, w szkole i na co dzień. Uczniowie starsi najczęściej wskazują na przydatność wiedzy w szkole. Szczegółowy rozkład odpowiedzi na pytania związane z postrzeganiem przydatności wskazuje wykres poniżej.



Wykres 6. Rozkład odpowiedzi na pytania dotyczące przydatności wiedzy, ze względu na klasę i wariant scenariusza.

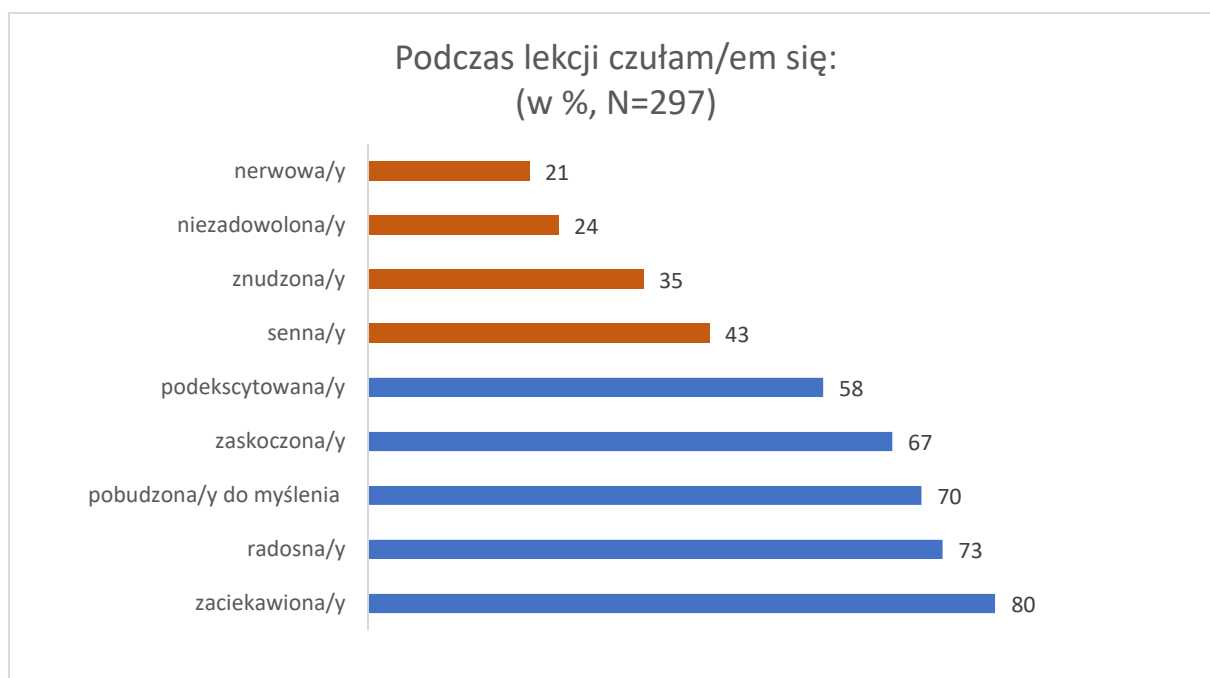
Wiedza zdobyta na lekcji o szacowaniu postrzegana jest jako bardziej praktyczna, zarówno w szkole, jak i w sytuacjach poza szkołą. Oceniana jest również jako ta, która ma większy potencjał do bycia użyteczną i stosowalną w przyszłości. Co ważne, ma ona też pomagać w „radzeniu sobie” na co dzień, czyli może ułatwiać i usprawniać życie. Lekcję o szacowaniu jako bardziej przydatną postrzegają zarówno młodszy, jak i starsi uczniowie.

Zaangażowanie emocjonalne

Emocje odczuwane podczas lekcji

Ogólnie rzecz biorąc, respondenci podczas lekcji (niezależnie od wariantu) odczuwali pozytywne emocje. Szczególnym przykładem jest następująca odpowiedź na otwarte pytanie: „Wydaje mi się, że to była lekcja, która poprawiła mi humor i wszystko mi się podobało”.

Rozkład emocji odczuwanych „od czasu do czasu” lub „często” obrazuje poniższy wykres.



Wykres 7. Rozkład odpowiedzi na pytanie „Podczas lekcji czułam/em się...”, ogółem.

Emocjami zdecydowanie dominującymi były: zainteresowanie (80% respondentów), radość (73%), pobudzenie do myślenia (70%), zaskoczenie (67%) oraz podekscytowanie (58%). Wśród emocji wskazywanych przez mniej niż połowę respondentów znajdują się te nacechowane negatywnie, związane ze znużeniem: senność (43%), znużenie (35%), niezadowolenie (24%) i nerwowość (21%).

Uczniowie w znakomitej większości (75%) dobrze bawili się zarówno podczas lekcji o parkietażach, jak i o szacowaniu, co jest zgodne z dominującymi pozytywnymi emocjami odczuwanymi podczas lekcji. Ponad połowa uczniów (58%) deklaruje, że lekcja ich wciągnęła i zainteresowała. Jednak nieznacznie bardziej wciągająca była lekcja o szacowaniu (61%) niż o parkietażach (55%).

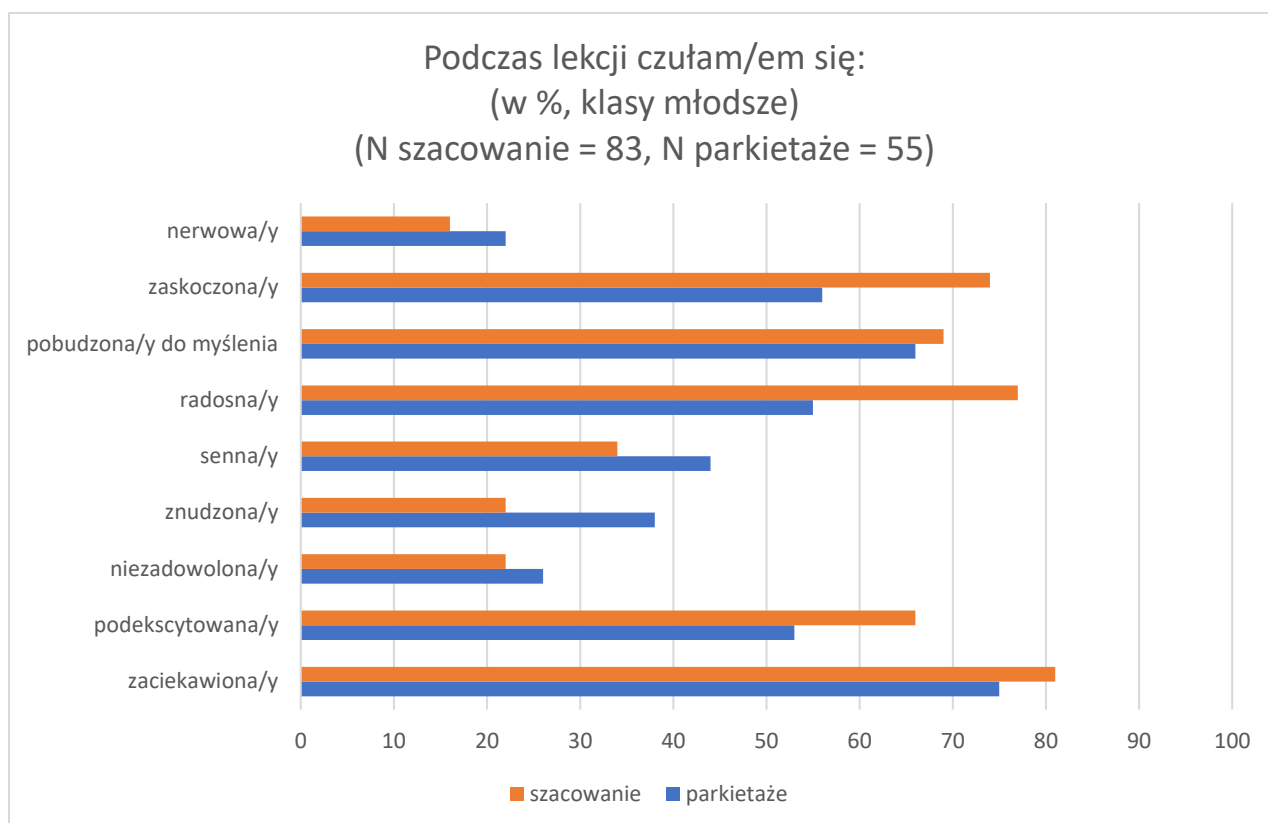
O ile pozytywne emocje występują w podobnym natężeniu w obydwu wariantach lekcji, o tyle emocje o negatywnym nacechowaniu deklarowane są częściej w przypadku lekcji o parkietażach niż w przypadku lekcji o szacowaniu. Znużenie podczas lekcji o parkietażach odczuwało 44% uczniów, w porównaniu do 25% uczniów w przypadku lekcji o szacowaniu. Podobnie – podczas lekcji o parkietażach senność odczuwała prawie połowa uczniów (49%) w porównaniu do 37% podczas lekcji o szacowaniu. Również podczas lekcji o parkietażach uczniom częściej zdarzało się „wyłączyć” i nie słuchać (30%) niż podczas lekcji o szacowaniu (25%).

Szczegółowy rozkład emocji odczuwanych „od czasu do czasu” lub „często” w zależności od wariantu lekcji ilustruje poniższy wykres.



Wykres 8. Rozkład emocji odczuwanych „od czasu do czasu” lub „często” w zależności od wariantu scenariusza.

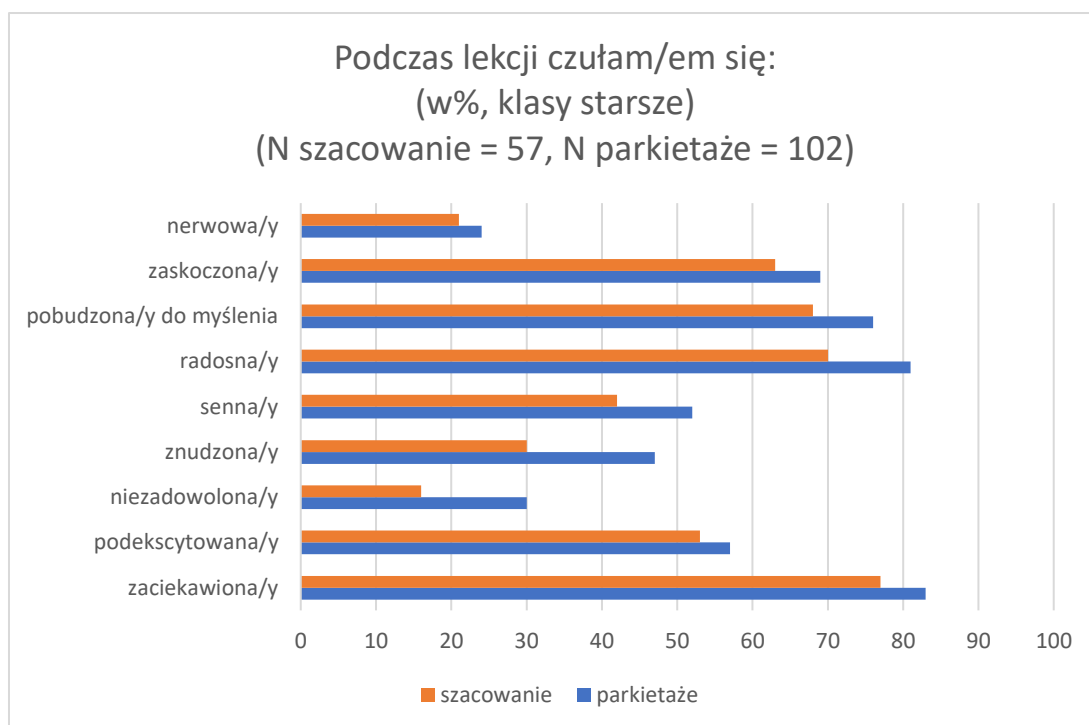
Sprawdziliśmy również, czy i jak zróżnicowane są emocje odczuwane przez uczniów i uczennice w zależności od klasy, do której chodzą. Z uwagi na przejrzystość dane zagregowaliśmy do dwóch kategorii: klasy młodsze (5 i 6) oraz klasy starsze (7 i 8). Poniższy wykres przedstawia rozkład emocji odczuwanych podczas lekcji przez uczniów klas młodszych, w zależności od wariantu scenariusza.



Wykres 9. Rozkład emocji odczuwanych przez uczniów i uczennice z klas młodszych (5-6) w zależności od wariantu scenariusza.

Respondenci podczas lekcji o parkietażach czuli się zaciekawieni (75%), pobudzeni do myślenia (66%), zaskoczeni (56%), radośni (55%), podekscytowani (53%). Mniej niż połowa z nich odczuwała senność (44%), znudzenie (38%), niezadowolenie (26%) i nerwowość (22%). Lekcji o szacowaniu towarzyszyły następujące emocje: zaciekawienie (81%), radość (77%), zaskoczenie (74%), pobudzenie do myślenia (69%) i podekscytowanie (66%). Mniej niż połowa uczniów i uczennic deklaruje odczuwanie senności (34%), niezadowolenia i znudzenia (po 22%) oraz nerwowości (16%). Lekcja o szacowaniu częściej niż lekcja o parkietażach wywołuje wśród młodszych uczniów pozytywne emocje. Uczniowie podczas lekcji o szacowaniu zdecydowanie częściej są zaciekawieni, podekscytowani oraz zaskoczeni. Co ciekawe, szacowanie sprawia im więcej radości niż parkietaże.

Wśród uczniów klas starszych (7-8) rozkład odczuwanych emocji, w zależności od wariantu scenariusza przedstawia wykres poniżej.



Wykres 10. Rozkład emocji odczuwanych przez uczniów i uczennice z klas starszych (7-8) w zależności od wariantu scenariusza.

Podobnie, jak w przypadku uczniów klas młodszych, respondentom ze starszych klas częściej towarzyszyły pozytywne emocje, niezależnie od wariantu scenariusza. Jednak, w odróżnieniu od młodszych klas, wśród uczniów klas starszych to lekcja o parkietażach częściej niż o szacowaniu wzbudzała pozytywne emocje.

Respondenci podczas lekcji o parkietażu czuli się: zaciekawieni (83%), radośni (81%), pobudzeni do myślenia (76%), zaskoczeni (69%), podekscytowani (59%). Jednocześnie ponad połowa (52%) odczuwała senność, a niecała połowa (47%) znudzenie. Poczucie niezadowolenia deklarowało 30% respondentów, a nerwowość 24% uczniów.

Z kolei lekcji o szacowaniu towarzyszyły: zaciekawienie (77%), radość (70%), pobudzenie do myślenia (68%), zaskoczenie (63%), podekscytowanie (53%). Mniej niż połowa respondentów odczuwała emocje o negatywnym nacechowaniu: senność (42%), znudzenie (30%), nerwowość (21%) i niezadowolenie (16%).

Niezależnie od wieku uczniom i uczennicom częściej towarzyszyły pozytywne niż negatywne emocje. Jednak w przypadku uczniów z młodszych klas emocje o pozytywnym nacechowaniu częściej pojawiały się w przypadku lekcji o szacowaniu niż o parkietażach. W przypadku uczniów ze starszych klas było odwrotnie – częściej deklarowali pozytywne emocje podczas lekcji o parkietażach niż o szacowaniu. Prawidłowość ta jest szczególnie widoczna w kontekście odczuwania radości.

Zaskoczenia

Parkietaże

Zapytaliśmy uczniów, co ich zaskoczyło podczas lekcji o parkietażach.

Ze 157 uczniów, którzy brali udział w tej lekcji, 59 (38%) albo nie udzieliło odpowiedzi, albo podało odpowiedzi typu „nic”, „nie wiem”.

Respondentów zaskoczyła sama nazwa „parkietaż” i zasady jego tworzenia, np.: „że nie da się zrobić parkietaży ze wszystkich wielokątów”, „łączenie figur, z których powstały różne kształty”, „że tyle figur może się razem łączyć w taki sposób”, „zdziwiło mnie to, że prawie z każdych figur można ułożyć interesujący wzór”; „że można połączyć różne figury, żeby były ze sobą idealnie połączone”; „że dużo figur foremnych można ze sobą kombinować”, „Moim zdaniem rzecz, która najbardziej mnie zaskoczyła, że jest tylko 8 wzorów parkietaży”.

Kolejna kategoria zaskoczeń dotyczy faktu, że parkietaże ich otaczają, że mogą być i często są elementem ich doświadczenia, np.: „Wzory, które mijam na co dzień, które powtarzają się w nieskończoność mają swoją nazwę”, „Najbardziej zaskoczyło mnie to, że parkietaż może być w każdym domu”, „Że kształty na chodnikach to parkietaż”.

Co ciekawe, zaskakująca była również sama forma lekcji, brak wymaganych zeszytów i podręczników: „że nie używaliśmy podręczników i że była dość wolna lekcja”, „Lekcja trochę luźniejsza, przyjemniejsza, bez książek”; „Lekcja była luźna, nic nie pisaliśmy”; „Najbardziej zaskoczyło mnie to, że nie pisaliśmy”. Warte podkreślenia jest, iż brak zeszytów, brak konieczności sporządzania notatek przekłada się na stopień odczuwanej swobody podczas lekcji („luźna lekcja”, „przyjemniejsza lekcja”). Jednocześnie dla niektórych osób zaskoczeniem był stopień trudności, który okazał się wyższy, niż się spodziewali.

Szacowanie

Spośród 140 uczniów, którzy brali udział w lekcji o szacowaniu, 34 (24%) nie udzieliło odpowiedzi lub wpisały odpowiedzi typu „nic” i „nie wiem”.

W przypadku lekcji o szacowaniu odpowiedzi na pytanie o zaskoczenie miały większy związek z kolejnymi aktywnościami proponowanymi przez nauczycielkę. Uczniowie byli zaskoczeni grami: „w minutkę” (szacowanie, jak długo trwa minuta), grą planszową, zadaniem z fasolkami albo szacowaniem linii granicznej („zdziwiło mnie najbardziej to, że musieliśmy zapałkami wyznaczać teren naszej gminy”).

Uczniów zaskoczyło, że szacowanie może być trudne, np.: „To, że ciężko jest oszacować wiele rzeczy w tym swój wzrost i granice Wielkiej Brytanii”, „Najbardziej zdziwiła mnie gra w minutkę, ponieważ każdy miał inny wynik, a wydawało się to takie proste”; „zadziwiło mnie to, że nie zgadłam (nie oszacowałam) ile to minuta”.

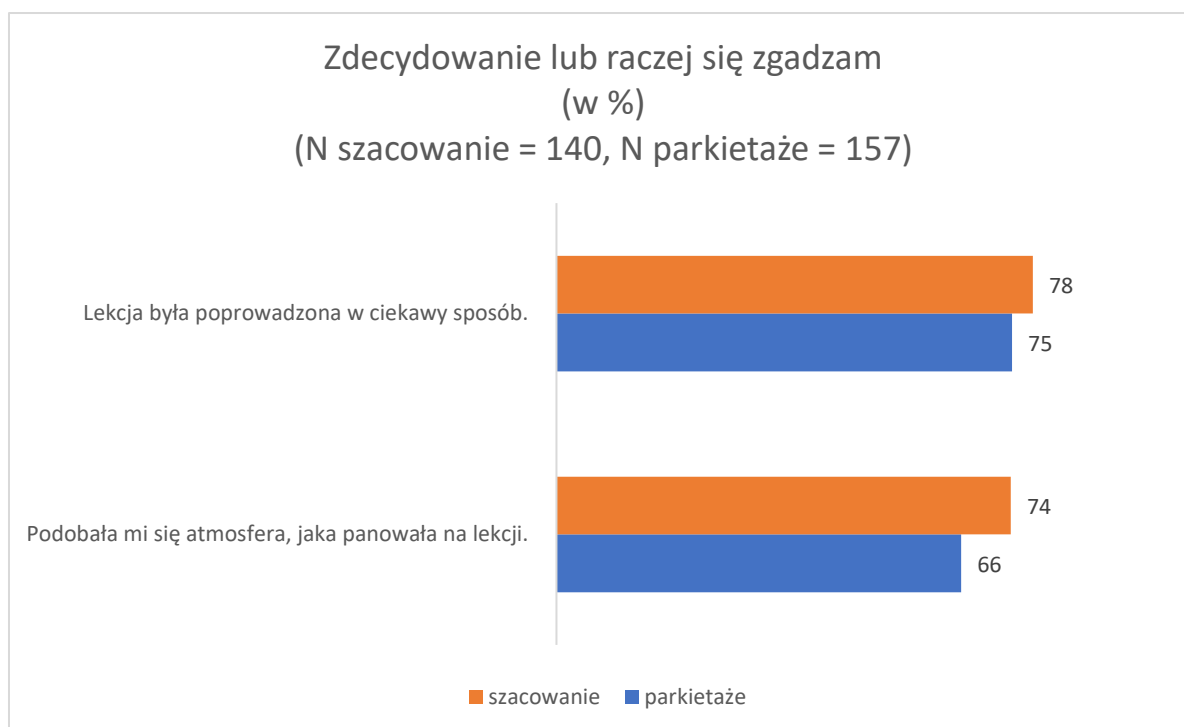
Podobnie jak w przypadku lekcji o parkietach, forma lekcji również była dla uczniów zaskakująca. W ankietach pojawia się wiele wypowiedzi typu „zdziwiła mnie lekcja, ponieważ była bardzo fajna”; „zaskoczyło mnie to, że nie było normalnej matmy”; „Zdziwiło mnie odbycie się takiej lekcji, była ona bardzo przyjemna”; „fajna śmieszna lekcja”; „była miła atmosfera”; „że nie była to standardowa lekcja”. Ponownie uczniowie zwrócili uwagę na brak zeszytów, podręczników i brak konieczności prowadzenia notatek: „to, że nie musimy używać podręcznika”; „Że nie piszemy w zeszytach, a tak to się cieszę, że była bardzo fajna gra :D”; „Nie trzeba było mieć podręczników i ćwiczeń”.

Sposób prowadzenia lekcji

Z powyżej przytoczonych swobodnych wypowiedzi wynika, że forma prowadzenia lekcji (bez typowych materialnych atrybutów szkolnych, takich jak zeszyty i podręczniki) była dla młodzieży zaskakująca. W tej części raportu przedstawiamy dane ilościowe na temat postrzegania sposobu prowadzenia lekcji przez uczestników badania.

Znajomość i rozumienie struktury lekcji oraz kolejnych jej etapów pomaga uczniom zrozumieć sens wykonywanych poleceń i zadań. W takiej sytuacji uczniowie znają cel lekcji i rozumieją, czemu ma ona służyć (po co robią na lekcji to, co robią?). Również sam sposób prowadzenia lekcji ma znaczenie dla zaangażowania uczniów oraz postrzegania przez nich poruszanego tematu. Oczywiście ogromne znaczenie zarówno dla sposobu prowadzenia lekcji, jak i atmosfery panującej na lekcji ma postawa nauczyciela (por. Jachymek 2022).

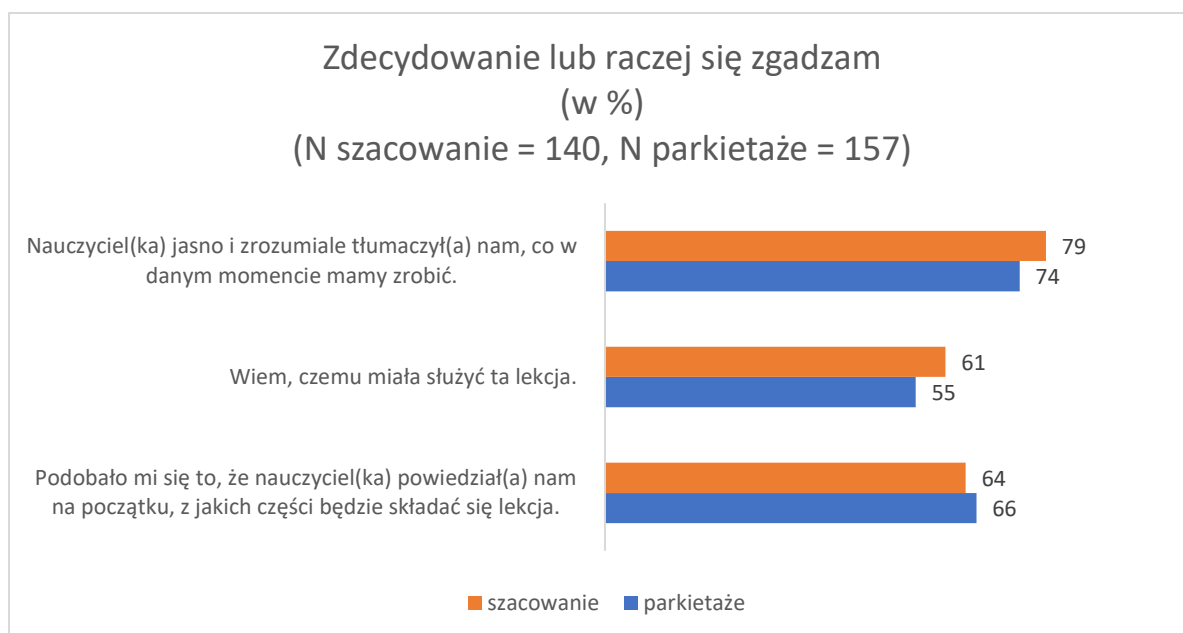
Rozkład zgód ze stwierdzeniami „lekcja była prowadzona w ciekawy sposób” oraz „podobala mi się atmosfera, jaka panowała na lekcji” przedstawia poniższy wykres.



Wykres 11. Rozkład zgód ze stwierdzeniami „Lekcja była prowadzona w ciekawy sposób” oraz „Podobała mi się atmosfera, jaka panowała na lekcji” ze względu na wariant scenariusza.

Zdecydowana większość respondentów, niezależnie od tematu lekcji, określa sposób prowadzenia lekcji jako ciekawy (75% – parkietaże i 78% – szacowanie). Sposób prowadzenia lekcji odgrywa istotną rolę w tym, jak uczniowie ją postrzegają. Uczniowie zauważają, że te lekcje były nietypowe, niestandardowe. Podobało im się, że nie trzeba było korzystać z zeszytów, podręczników i notować. Podkreślali, że to były przyjemne lekcje – atmosfera na lekcji o parkietażach podobała się 2/3 respondentów, a na lekcji o szacowaniu – 3/4 uczniów.

Niezwykle ważna jest również znajomość i zrozumienie struktury lekcji. Szczegółowy rozkład odpowiedzi na pytania związane ze strukturą, kolejnymi etapami lekcji oraz jej celem przedstawia poniższy wykres.



Wykres 12. Rozkład zgód ze stwierdzeniami „Nauczyciel(ka) jasno i zrozumiale tłumaczył(a) nam, co w danym momencie mamy zrobić”, „Wiem, czemu miała służyć ta lekcja”, „Podobało mi się to, że nauczyciel(ka) powiedział(a) nam na początku, z jakich części będzie składać się lekcja”, w zależności od wariantu scenariusza.

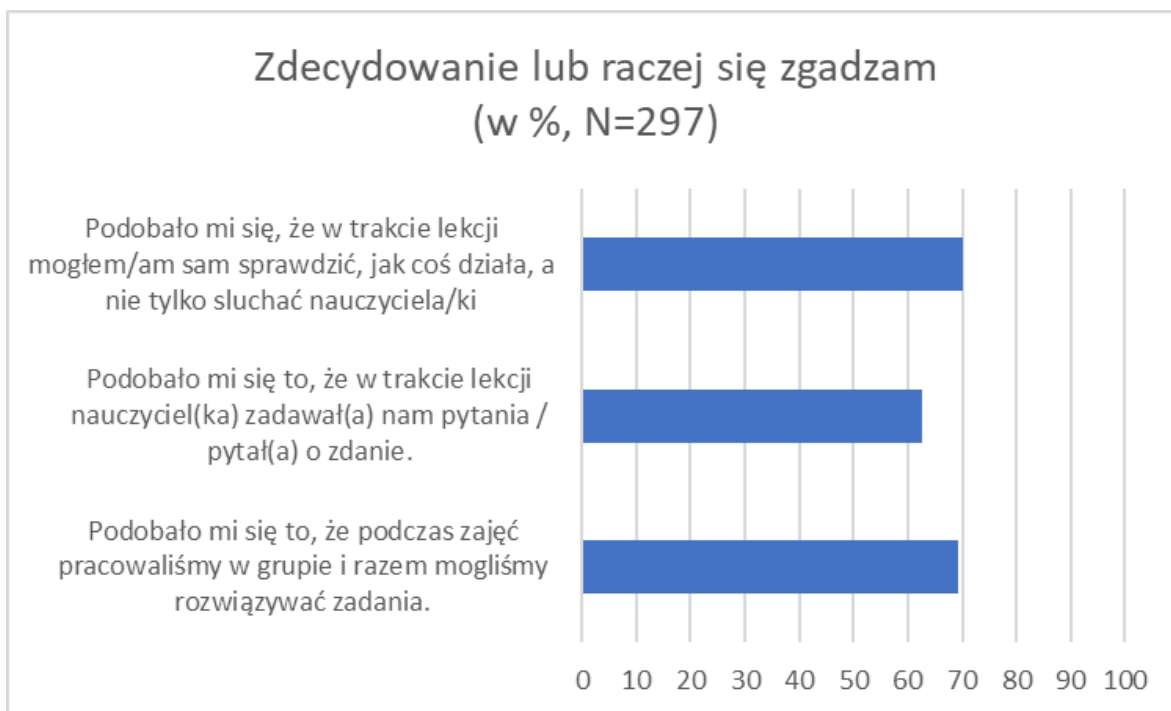
Zarówno w przypadku lekcji o szacowaniu, jak i lekcji o parkietażach około 2/3 respondentów podobało się, że nauczycielka na początku lekcji powiedziała, co po kolei będzie się na niej działo, z jakich części będzie składała się lekcja.

Blisko 80% uczniów ocenia, że nauczycielka w sposób jasny i zrozumiały tłumaczyła kolejne polecenia i zadania na lekcji o parkietażach. W przypadku lekcji o szacowaniu odsetek ten jest nieznacznie niższy i wynosi 74%.

Nieco ponad 60% uczniów wie, czemu miała służyć lekcja o szacowaniu, 55% respondentów – lekcja o parkietażach. Oznacza to, że ponad połowa uczniów deklaruje, że zna cel lekcji, w której wzięła udział. Być może wpływ na ten wynik ma fakt, że uczniowie byli zaskoczeni formą lekcji i być może kategoryzowali ją jako zabawę (skoro nie ma książek, zeszytów, notatek, a są na przykład gry).

Zaangażowanie sprawcze

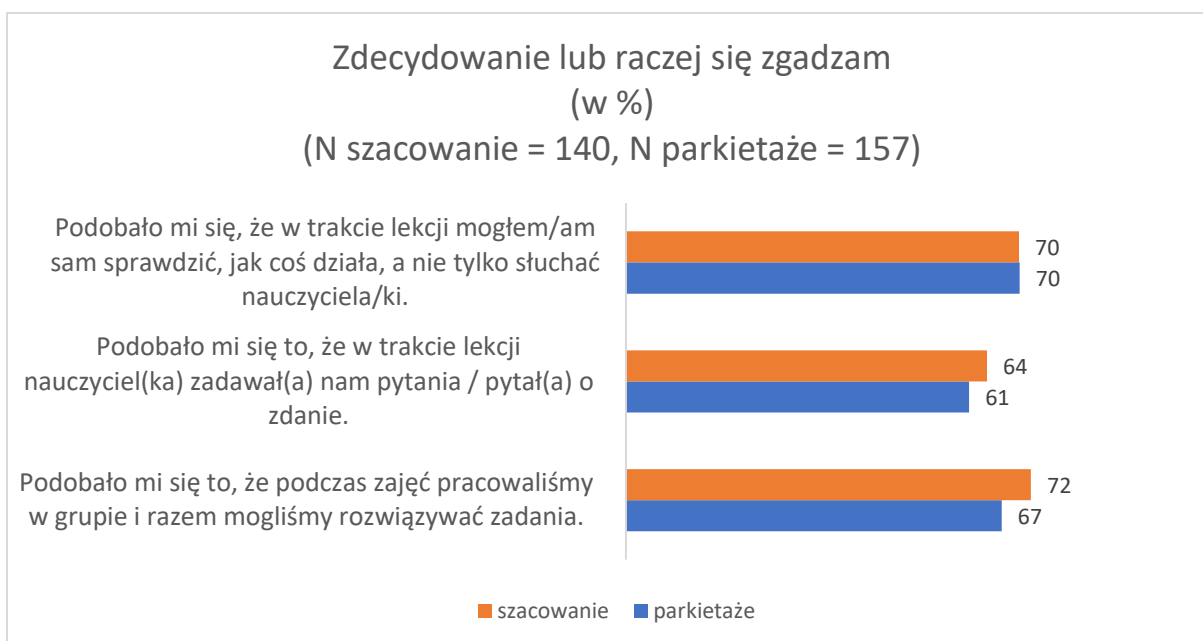
Ogólnie rzecz biorąc, uczniowie byli zadowoleni z tego, że ich rola na lekcjach nie ograniczała się do słuchania nauczycielki. 70% respondentów podobało się, że w trakcie lekcji mogli sprawdzać, jak coś działa. Blisko 70% chwali sobie współpracę i grupowe rozwiązywanie zadań. Nieco ponad 60% respondentów podobało się, że w trakcie lekcji nauczycielka zadawała pytanie, pytała uczniów o zdanie. Rozkład zgód z ogółu próby prezentuje poniższy wykres.



Wykres 13. Rozkład zgód ze stwierdzeniami „Podobało mi się, że w trakcie lekcji mogłem/am sam sprawdzić, jak coś działa, a nie tylko słuchać nauczyciela/ki”, „Podobało mi się to, że w trakcie lekcji nauczyciel(ka) zadawał(a) nam pytania/pytał(a) o zdanie”, „Podobało mi się to, że podczas zajęć pracowaliśmy w grupie i razem mogliśmy rozwiązywać zadania”, ogółem.

Nie widać też bardzo wyraźnych różnic między lekcją o szacowaniu a lekcją o parkietażach.

Szczegółowy rozkład odpowiedzi w zależności od wariantu lekcji ilustruje wykres.



Wykres 14. Rozkład zgód ze stwierdzeniami „Podobało mi się, że w trakcie lekcji mogłem/am sam sprawdzić, jak coś działa, a nie tylko słuchać nauczyciela/ki”, „Podobało mi się to, że w trakcie lekcji nauczyciel(ka) zadawał(a) nam pytania/pytał(a) o zdanie”, „Podobało mi się to, że podczas zajęć pracowaliśmy w grupie i razem mogliśmy rozwiązywać zadania”, w zależności od wariantu scenariusza.

W przypadku lekcji o szacowaniu ponad 70% respondentów chwali współpracę i zespołowe rozwiązywanie zadań. Podobnego zdania o lekcji o parkietażach jest 67% uczniów. Należy podkreślić, że współpraca jest postrzegana jednocześnie jako zaleta lekcji, jak i jej wada. Dlatego też projektując scenariusze lekcji, należy uwzględniać wskazówki do stworzenia dobrych warunków do uczniowskiej pracy zespołowej.

Ponad 70% respondentów podobała się możliwość samodzielnego sprawdzenia, jak coś działa. Zadawanie pytań i pytanie uczniów o zdanie pozytywnie ocenia 61% uczestników lekcji o parkietażach i 65% uczestników lekcji o szacowaniu. Wyniki te wskazują na znaczenie, jakie uczniowie przykładają do samodzielnego działania, testowania różnych rozwiązań.

Podsumowanie

Główną częścią niniejszego raportu są wyniki badania na temat poczucia przydatności wiedzy, w zależności od wariantu scenariusza lekcji, w której brali udział.

Kluczowe różnice między dwoma wariantami scenariusza dotyczą zaangażowania emocjonalnego – scenariusz o szacowaniu jest w większym stopniu angażujący emocjonalnie niż ten o parkietażach, częściej towarzyszą mu pozytywne emocje, rzadziej – poczucie znudzenia. Odczuwane emocje zróżnicowane są ze względu na wiek uczniów. Dzieci z klas 5-6 czerpią więcej radości z lekcji o parkietażach, a młodzież z klas 7-8 – z lekcji o szacowaniu.

Ponadto sam temat szacowania częściej niż parkietáže postrzegany jest przez uczniów jako ważny. Również w kontekście potencjału zastosowania wiedzy w przyszłości uczniowie częściej dostrzegali go w lekcji o szacowaniu niż o parkietażach. Młodszy uczniowie częściej niż starsi dostrzegają przydatność zdobywanej wiedzy i umiejętności. Starsi dostrzegają głównie przydatność w szkole (koncentracja na szkolnej przydatności może wynikać ze zbliżających się egzaminów ósmoklasisty).

Lekcja o szacowaniu postrzegana jest jako bardziej przydatna: wiedza na niej zdobyta oceniana jest jako bardziej aplikowalna zarówno w szkole, jak i w pozaszkolnym życiu codziennym. Co więcej, uczniowie i uczennice dostrzegają w niej potencjał ułatwiający im życie i radzenie sobie na co dzień.

O ile postrzeganie tematu lekcji i przydatności różnicują odpowiedzi respondentów, to niezależnie od wariantu scenariusza pozytywnie oceniają oni formę lekcji, zastosowane metody nauczania i uczenia się. W obydwóch wariantach scenariusza respondenci bardzo docenili możliwość samodzielnego działania i własną sprawczość.

Ze względu na powyższe ustalenia, czyli większe zaangażowanie emocjonalne, większą postrzeganą przydatność oraz ważność tematu szacowania przy jednoczesnym braku różnic w ocenie formy zajęć, można przypuszczać, że źródło różnicy w postrzeganiu lekcji tkwi w samym temacie oraz związanymi z nim doświadczeniami.

Obydwa tematy dotyczą matematyki. Scenariusz o parkietażach miał zachęcać młodzież do poszukiwania parkietaży wokół niej (przyroda, architektura, sztuka, dekoracje) oraz tworzenia własnych układów figur foremnych. Z kolei scenariusz o szacowaniu dotyczył bardziej doświadczenia młodzieży, to znaczy nie odwoływał się do tego, gdzie można „zobaczyć” szacowanie, ale do sytuacji, w których ona sama dokonuje szacowania. Zatem tematy związane z przeżytym, własnym doświadczeniem, doświadczeniem wykonania jakiejś czynności w konkretnej sytuacji mogą być bliższe niż doświadczenia związane z zobaczeniem jakiegoś obiektu.

Niezwykle ciekawym aspektem scenariuszy jest współpraca – wskazywana w odpowiedziach na pytania otwarte jako ich wada i zaleta, trudność i atut lekcji.

Warte podkreślenia są pojedyncze, ale znaczące wypowiedzi uczniów, że dobrze się czuli na lekcji i czuli się zainteresowani, mimo że nie lubią geometrii. Pokazują one, że scenariusz o parkietażu może mieć potencjał, aby matematycznie rozwijać tych uczniów i te uczennice, którzy albo nie lubią matematyki, albo nie czują się z niej wystarczająco dobrzy. Na zaproponowane w nim aktywności można spojrzeć jako na działania, które mogą „oswajać” matematykę i zmniejszać lęk przed matematyką (por. np.: Baczek-Dombi 2022; Cipora 2015).

Rekomendacje

Poniżej znajduje się lista cech zajęć, które zwiększają poczucie przydatności wiedzy i umiejętności wśród uczestników.

Rekomendacje odnoszą się zarówno do formy, jak i treści zajęć edukacyjnych:

Aktywności powinny się odnosić do osobistych doświadczeń uczniów

Projektowane scenariusze zajęć powinny zawierać analogie między ich tematem a codziennymi, również pozaszkolnymi, doświadczeniami uczniów i uczennic, dzięki czemu zwiększa się poczucie adekwatności wiedzy i umiejętności. Warto też pokazywać praktyczne zastosowanie zdobywanej wiedzy.

Interdyscyplinarność zadań i tworzenie odniesień do innych dziedzin życia

Przy projektowaniu scenariuszy zajęć należy poszukiwać związków między różnymi dziedzinami życia, między różnymi przedmiotami nauczanyymi w szkole. Warto, gdy to możliwe, projektować zajęcia w bardziej interdyscyplinarny sposób. Uczniowie i uczennice dostrzegają związki zagadnień matematycznych z innymi dziedzinami, np. sztuką, architekturą oraz codzienną praktyką. Należy podkreślać te związki i odwoływać się do doświadczeń uczniów i uczennic.

Zadania pozwalające na samodzielność i eksplorację zwiększają poczucie sprawczości uczniów

W scenariuszach lekcji warto zaplanować czas i przestrzeń na samodzielne działanie młodzieży budujące jej poczucie sprawczości. Uczniowie i uczennice doceniają możliwość samodzielnego i sprawczego działania i przedkładają je nad bierne słuchanie nauczycielki – w obydwu scenariuszach.

Nietypowe zadania zwiększają zaangażowanie uczniów

Projektując sytuacje edukacyjne warto odejść od szkolnej rutyny, wykorzystać materiały inne niż podręczniki i zeszyty. Uczniowie i uczennice byli pozytywnie zaskoczeni niekonwencjonalnymi metodami uczenia się i nauczania – bez zeszytów i podręczników. Jednocześnie mieli poczucie, że dużo się dowiedzieli i wiedza może przydać im się w przyszłości.

Zadania grupowe powinny być dostosowane do wieku i możliwości uczniów

Jeśli scenariusz zajęć zakłada współpracę, należy zadbać o stworzenie odpowiednich warunków do pracy zespołowej, wypracować narzędzia, dzięki którym współpraca będzie przynosiła satysfakcję i będzie efektywna. Uczniowie i uczennice chwalą sobie współpracę i pracę zespołową, ale jednocześnie może być ona dla nich źródłem frustracji ze względu na brak doświadczenia i narzędzi wspierających współpracę. Warto zatem przy realizowaniu lekcji, podczas której uczniowie współpracują, przeznaczyć więcej czasu na organizację pracy zespołowej, aby uczniowie zdążyli się porozumieć co do sposobu pracy. Warto też trenować współpracę i wspólnie wypracować narzędzia podnoszące jakość pracy zespołowej.

Literatura

- Baczko-Dombi A. (2022), *Edukacja matematyczna w Polsce w świetle badań i wyników egzaminów zewnętrznych – wybrane aspekty społeczne*, „Studia BAS”, 2(70).
- Cipora K. (2015), *Lęk przed matematyką z perspektywy psychologicznej i edukacyjnej*, „Edukacja”, 1(132).
- Hidi S., Renninger K. A. (2006), *The Four-Phase Model of Interest Development*, “Educational Psychologist” 41(2), p. 111–127, https://doi.org/10.1207/s15326985ep4102_4.
- Jachymek K. (2022), *Przyszłe życie. Przydatność wiedzy szkolnej i pozaszkolnej – Raport z warsztatów eksploracyjnych* [w:] „Przydatność i źródła wiedzy naukowej. Raport z badań dotyczących postaw uczniów wobec nauki”, Centrum Nauki Kopernik.
- Jachymek K. (2023), *Więcej przyrody na żywo! Poczucie sensu nadawanego lekcjom i procesowi uczenia się – raport z badań*, Raport na zlecenie Działu Badań nad Kompetencjami Przyszłości, Centrum Nauki Kopernik, https://www.kopernik.org.pl/sites/default/files/2023-07/Karol%20Jachymek%20Wi%C4%99cej%20przyrody%20na%20%C5%BCywo%21%20Poczucie%20sensu%20nadawanego%20lekcjom%20i%20procesowi%20uczenia%20si%C4%99%20-%20raport%20z%20bada%C5%84_5.06.kn_10.07_12.07.pdf
- Karwowski M., Gop A. (2020), *Formaty e-zajęć wspierające zaangażowanie uczniów. Ewaluacja zajęć online. Raport i rekomendacje*, Centrum Nauki Kopernik.
- Łukianow M. (2020), *Stosunek uczniów klas VIII do nauki i praktyk edukacyjnych w miejscowościach do 130 tys. mieszkańców*, Centrum Nauki Kopernik.
- Kalinowska K. (2022), *Bezmiar miar i praktyki niewymierności. Kilka refleksji na marginesie badań bezsensu w szkole*, „Kultura i społeczeństwo” nr 1.
- Kazimierczyk I. (2021), *Oblicza nudy szkolnej*, Wydawnictwo Scholar.
- Reeve J., Jang H. (2022), *Agentic engagement*, In: *Handbook of research of student engagement* (pp. 95–107), Cham: Springer International Publishing.
- Ryan R.M. (2008), *What makes lessons interesting? The role of situational and individual factors in three school subjects*, “Journal of Educational Psychology” Vol. 100, No 2, pp. 460–472, Doi: 10.1037/0022-0663.100.2.460.
- Stańczyk P. (2012), *Nuda w szkole – między alienacją a emancypacją*, „Teraźniejszość – Człowiek – Edukacja” nr 3 (59).
- Wagner I. (2015), *Producing Excellence. The Making of Virtuosos*, Rutgers University Press, New Brunswick, NY, USA.

Spis rysunków

Rysunek 1. Model rozwoju zainteresowania. Na podstawie Hidi i Renninger (2006). 7

Spis wykresów

Wykres 1. Struktura próby ze względu na klasę.....	11
Wykres 2. Rozkład odpowiedzi na wybrane pytania związane z tematem lekcji, w zależności od wariantu scenariusza.....	15
Wykres 3. Rozkład odpowiedzi na blok pytań związanych z postrzeganiem przydatności wiedzy, ogółem.....	16
Wykres 4. Rozkład odpowiedzi na pytania dotyczące postrzegania przydatności zdobytej wiedzy, w zależności od wariantu scenariusza.....	17
Wykres 5. Rozkład zgód ze stwierdzeniem „Podobało mi się, że w trakcie lekcji podawane były przykłady z codziennego życia”, ogółem.....	18
Wykres 6. Rozkład odpowiedzi na pytania dotyczące przydatności wiedzy, ze względu na klasę i wariant scenariusza.....	19
Wykres 7. Rozkład odpowiedzi na pytanie „Podczas lekcji czułam/em się...”, ogółem.....	20
Wykres 8. Rozkład emocji odczuwanych „od czasu do czasu” lub „często” w zależności od wariantu scenariusza.....	21
Wykres 9. Rozkład emocji odczuwanych przez uczniów i uczennice z klas młodszych (5-6) w zależności od wariantu scenariusza.....	22
Wykres 10. Rozkład emocji odczuwanych przez uczniów i uczennice z klas starszych (7-8) w zależności od wariantu scenariusza.....	23
Wykres 11. Rozkład zgód ze stwierdzeniami „Lekcja była prowadzona w ciekawy sposób” oraz „Podobała mi się atmosfera, jaka panowała na lekcji” ze względu na wariant scenariusza.....	26
Wykres 12. Rozkład zgód ze stwierdzeniami „Nauczyciel(ka) jasno i zrozumiale tłumaczył(a) nam, co w danym momencie mamy zrobić”, „Wiem, czemu miała służyć ta lekcja”, „Podobało mi się to, że nauczyciel(ka) powiedział(a) nam na początku, z jakich części będzie składać się lekcja”, w zależności od wariantu scenariusza.....	27
Wykres 13. Rozkład zgód ze stwierdzeniami „Podobało mi się, że w trakcie lekcji mogłem/am sam sprawdzić, jak coś działa, a nie tylko słuchać nauczyciela/ki”, „Podobało mi się to, że w trakcie lekcji nauczyciel(ka) zadawał(a) nam pytania/pytał(a) o zdanie”, „Podobało mi się to, że podczas zajęć pracowaliśmy w grupie i razem mogliśmy rozwiązywać zadania”, ogółem.....	28
Wykres 14. Rozkład zgód ze stwierdzeniami „Podobało mi się, że w trakcie lekcji mogłem/am sam sprawdzić, jak coś działa, a nie tylko słuchać nauczyciela/ki”, „Podobało mi się to, że w trakcie lekcji nauczyciel(ka) zadawał(a) nam pytania/pytał(a) o zdanie”, „Podobało mi się to, że podczas zajęć pracowaliśmy w grupie i razem mogliśmy rozwiązywać zadania”, w zależności od wariantu scenariusza.....	28

Załączniki

Lista szkół biorących udział w badaniu

L.p.	Szkoła	Adres
1	Szkoła Podstawowa nr 8 im. W. Broniewskiego w Pruszkowie	ul. Obrońców Pokoju 44, 05-800 Pruszków
2	Szkoła Podstawowa im. Wł. St. Reymonta w Stróżewie	Stróżewo 50, 09-142 Załuski
3	Zespół Szkół STO na Bemowie	ul. Powstańców Śląskich 67a, 01-355 Warszawa
4	Szkoła Podstawowa z Oddziałami Dwujęzycznymi nr 157 im. Adama Mickiewicza	ul. Tyniecka 25, 02-615 Warszawa
5	Szkoła Podstawowa nr 2 w Milanówku	ul. Literacka 20, 05-822 Milanówek
6	Szkoła Podstawowa nr 2 z Oddziałami Integracyjnymi im. Żołnierzy AK II Rejonu Celków	ul. Szkolna 9, 05-270 Marki
7	Szkoła Podstawowa im. I.J. Paderewskiego w Zagościńcu	ul. Szkolna 1, 05-200 Wołomin
8	Szkoła Podstawowa nr 17 im. Małgorzaty Kozery-Gliszczyńskiej w Pabianicach	ul. Warszawska 65, 95-200 Pabianice
9	Szkoła Podstawowa im. Jana Pawła II w Huszlewie	08-206 Huszlew, Huszlew 113
10	Szkoła Podstawowa z Oddziałami Integracyjnymi nr 41 im. Żołnierzy Armii Krajowej Grupy Bojowej „Krybar”	ul. Drewniana 8, 00-345 Warszawa

KWESTIONARIUSZ OPINII O LEKCJI

Pomysł na lekcję, w której właśnie wzięłeś/aś udział, został opracowany w Centrum Nauki Kopernik w ramach programu „Nauka dla Ciebie”. Bardzo zależy nam, aby ulepszyć lekcję dla kolejnych uczniów, dla których będzie on prowadzona. W związku z tym, odpowiedz proszę na poniższe pytania związane z lekcją. Nie jest to test, nie ma tu więc ani poprawnych, ani błędnych odpowiedzi. Zależy nam po prostu na poznaniu Twojej opinii. Twoje odpowiedzi są anonimowe, będą prezentowane w raporcie badawczym w formie zbiorczych analiz, razem z odpowiedziami innych uczniów.

P0. Wariant lekcji:

P	S
---	---

PODSTAWOWE INFORMACJE O UCZNIU / UCZENNICY

P1. Napisz proszę numer i nazwę swojej szkoły.

--

P2. Ile masz lat?

--

P3. Do której klasy chodzisz? Otocz kółkiem numer klasy, do której chodzisz.



5	6	7	8
---	---	---	---

P4. Czy widziałeś/aś kiedykolwiek wystawę mobilną „O matmo!”, organizowaną przez Centrum Nauki Kopernik? Otocz kółkiem wybraną odpowiedź.

Tak	Nie	Nie pamiętam
-----	-----	--------------

JEŚLI WIDZIAŁEŚ/AŚ WYSTAWĘ „O MATMO”, ODPOWIEDZ NA PYTANIA P5, JEŚLI NIE LUB NIE PAMIĘTASZ, PRZEJDŹ DO PYTANIA P6.

P5. Czy na wystawie korzystałeś/aś z eksponatów pokazanych na poniższych zdjęciach? Otocz kółkiem wybraną odpowiedź przy każdym z eksponatów.

					
Tak	Nie	Nie pamiętam	Tak	Nie	Nie pamiętam

OGÓLNE OPINIE O LEKCJI

ODPOWIEDZ TERAZ PROSZĘ NA KILKA PYTAŃ NA TEMAT DZISIEJSZEJ LEKCJI.

P6. Która rzecz najbardziej Cię zdziwiła / zaskoczyła podczas tej lekcji? Wpisz proszę odpowiedź w okienku poniżej.

P7. Napisz własnymi słowami, o czym, według Ciebie, była ta lekcja.

--

P8. Które rzeczy najbardziej Ci się podobały podczas dzisiejszej lekcji, a które najmniej? Wpisz proszę odpowiedzi w okienku poniżej.

Najbardziej mi się podobało:	Najmniej mi się podobało:

POMYŚL TERAZ PROSZĘ, O TYM, JAK CZUŁEŚ/AŚ SIĘ W TRAKCIE DZISIEJSZEJ LEKCJI.

P9. W trakcie lekcji, w różnych jej momentach – np. podczas wykonywania różnych zadań – mogłeś/aś czuć różne emocje. W tabelce poniżej, jest kilka różnych emocji, jakie często odczuwamy. Przy każdej z nich zaznacz, czy czułaś/czułeś się tak podczas tych zajęć.

Podczas lekcji czułem/am się:	W ogóle	Od czasu do czasu	Często lub bardzo często
Zaciekawiony/a	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Podeksytowany/a	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Niezadowolony/a	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Znudzony/a	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Senny/a	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Radosny/a	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Pobudzony/a do myślenia	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Zaskoczony/a	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Nerwowo/a	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

10. Teraz, zaznacz proszę w poniższej tabelce, na ile zgadzasz się lub nie zgadzasz z różnymi opiniami, jakie wyrazili inni uczniowie, którzy brali udział w takiej samej lekcji. Opinie dotyczą tematu, jaki był poruszany na lekcji. Przy każdym zdaniu wstaw proszę znak ✓ w kolumnie obok wybranej odpowiedzi.

	Zdecydowanie się zgadzam (4)	Raczej się zgadzam (3)	Raczej się nie zgadzam (2)	Zdecydowanie się nie zgadzam (1)	Trudno powiedzieć / nie wiem (9)
Dużo się nauczyłem/am podczas tej lekcji.					
Na tej lekcji dowiedziałem/am się wielu nowych rzeczy.					
Na tej lekcji zdobyłem/am wiedzę, która przyda mi się w codziennym życiu.					
Na tej lekcji zdobyłem/am wiedzę, która przyda mi się w szkole.					
Temat poruszany na tej lekcji był dla mnie trudny.					
Temat poruszany na tej lekcji był dla mnie ważny.					
Wiedza zdobyta na tej lekcji pozwoli mi lepiej radzić sobie w codziennym życiu.					
Wiedza zdobyta na tej lekcji przyda mi się w przyszłości.					
Wiedzy, którą zdobyłem/am na tej lekcji, będę mógł / mogła użyć wiele razy w życiu.					

P11. Podobnie jak poprzednio, zaznacz proszę w poniższej tabelce, na ile zgadzasz się lub nie zgadzasz z różnymi opiniami, jakie wyrazili na temat dzisiejszych zajęć inni uczniowie, którzy brali w niej udział. Są to opinie na temat przebiegu lekcji. Przy każdym zdaniu wstaw proszę znak ✓ w kolumnie obok wybranej odpowiedzi.

	Zdecydowanie się zgadzam (4)	Raczej się zgadzam (3)	Raczej się nie zgadzam (2)	Zdecydowanie się nie zgadzam (1)	Trudno powiedzieć / nie wiem (9)
Dobrze się bawiłem/am podczas tej lekcji.					

Lekcja była poprowadzona w ciekawy sposób.					
Nauczyciel(ka) jasno i zrozumiale tłumaczył(a) nam, co w danym momencie mamy zrobić.					
Podczas lekcji musiałem/am czasem mocno pogłówkować, żeby wymyślić, jak wykonać jakieś zadanie.					
Podczas lekcji zdarzało mi się „wyłączyć” i nie słuchać.					
Podobała mi się atmosfera, jaka panowała na lekcji.					
Podobało mi się to, że nauczyciel powiedział(a) nam na początku, z jakich części będzie składać się lekcja.					
Podobało mi się to, że podczas zajęć pracowaliśmy w grupie i razem mogliśmy rozwiązywać zadania.					
Podobało mi się to, że w trakcie lekcji nauczyciel(ka) zadawał(a) nam pytania / pytał(a) o zdanie.					
Podobało mi się, że w trakcie lekcji mogłem/am sam sprawdzić, jak coś działa, a nie tylko słuchać nauczyciela/ki.					
Podobało mi się, że w trakcie lekcji podawane były przykłady z codziennego życia.					
Ta lekcja bardzo mnie wciągnęła / zaintrygowała.					
Ta lekcja to strata czasu.					
Wiem, czemu miała służyć ta lekcja.					

TO JUŻ KONIEC. DZIĘKUJĘ ZA WYPEŁNIENIE ANKIETY! 😊

Scenariusze



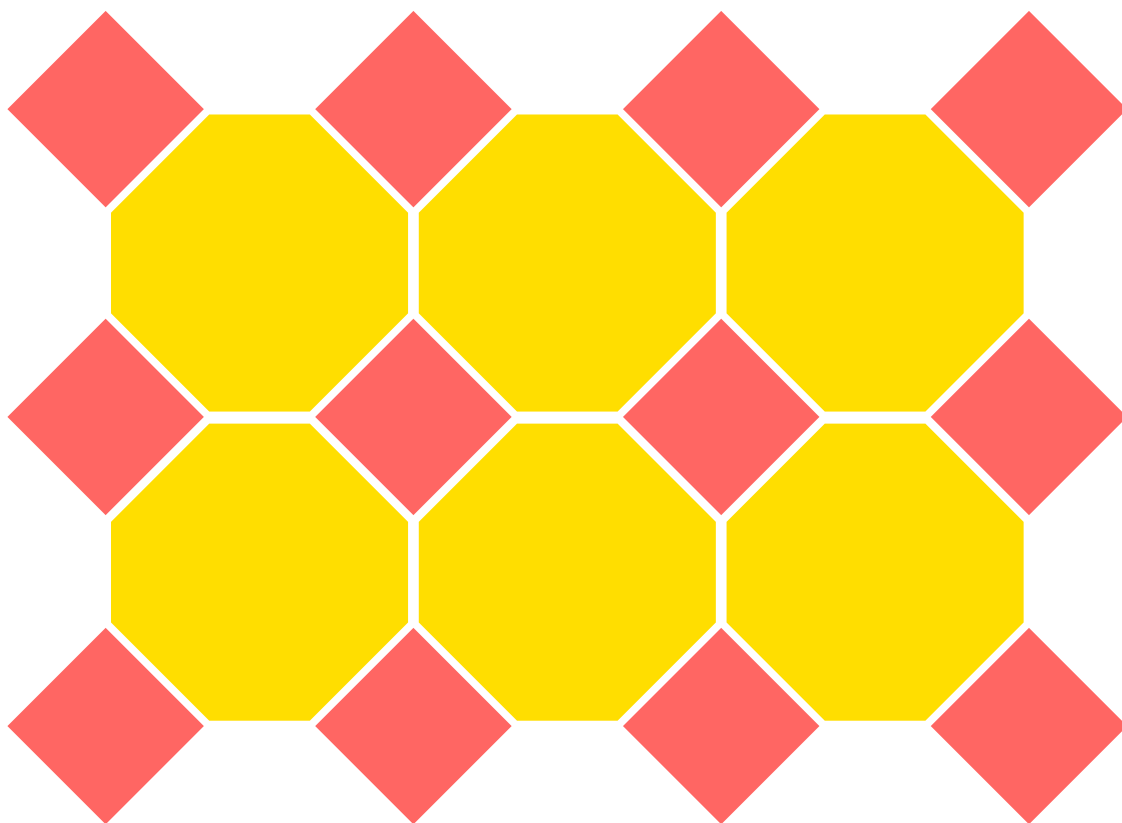
Parkietaż

**Scenariusz zajęć
dla klas 5–8 szkół
podstawowych**



Parkietaże

Scenariusz zajęć dla klas 5–8 szkół podstawowych



Scenariusz został opracowany w procesie B+R Pracowni Przewrotu Kopernikańskiego. Jego powstaniu towarzyszyły konsultacje z pracownikami Centrum Nauki Kopernik i nauczycielami z Letniej Szkoły Prototypowania, a także testy z udziałem dzieci z Młodzieżowego Panelu Eksperckiego Centrum Nauki Kopernik. Scenariusz przetestowano w 10 szkołach, podczas 16 lekcji, w efekcie zebrano opinie od 297 uczniów. Szczegółowe informacje o procesie B+R znajdują się w raporcie „Raport i rekomendacje z badań dotyczących stopnia postrzeganej przydatności wiedzy naukowej w zależności od wariantu zajęć”.

Wstęp

Scenariusz zajęć dotyczy eksponatu „Parkietaże”, który jest elementem wystawy „O matmo!” pokazywanej w ramach programu Nauka dla Ciebie. Więcej informacji o wystawach objazdowych znajduje się pod adresem [Nauka dla Ciebie | Centrum Nauki Kopernik](#). Zajęcia można jednak z powodzeniem przeprowadzić bez znajomości wystawy.



Zdjęcie: Eksponat „Parkietaże”, źródło: materiały NDC.



matematyka, plastyka, koła zainteresowań lub zajęcia w świetlicy



maksymalnie 30 uczestników

Zajęcia rekomendujemy dla klas 5–8 szkoły podstawowej, czyli uczniów w wieku około od 12 do 15 lat.

Główny cel zajęć

Uczniowie i uczennice poszerzą wiedzę na temat geometrii i parkietaży zdobytą podczas wizyty na wystawie „O matmo!” lub zdobędą ją, jeśli nie odwiedzali wystawy. Dowiedzą się, czym są parkietaże, według jakich zasad można je tworzyć oraz jakie są ich rodzaje. Poznają także takie pojęcia takie jak nieskończoność i aperiodyczność. Jednocześnie będą rozwijać intuicję matematyczną oraz współpracować, kreatywnie rozwiązywać problemy i doskonalić zdolności komunikacyjne.

Przewodnik po scenariuszu



czas trwania (przybliżony czas wykonania zadania)

Tryb pracy:



praca indywidualna



praca w parach



praca grupowa (3–5 osób)



praca całej klasy



zadanie w domu



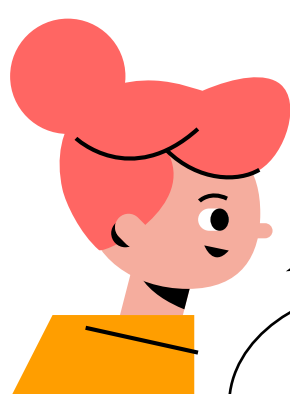
trudniejsze zadanie! (bardziej skomplikowane aktywności)

Korzyści

Nazwa aktywności	Uczniowie i uczennice	Czas trwania	Tryb pracy
Przygotowywanie figur foremnych	<ul style="list-style-type: none">Zdobędą/utrwalą wiedzę dotyczącą figur foremnych.		
Układanie parkietaży foremnych	<ul style="list-style-type: none">Dowiedzą się, jak rozpoznawać parkietaże, i opanują zasady ich tworzenia.Samodzielnie ułożą parkietaż z przygotowanych wielokątów.Odkryją możliwe kombinacje kształtów tworzących parkietaże.Będą pracować w grupie.		
Układanie parkietaży nieforemnych	<ul style="list-style-type: none">Dowiedzą się, jak rozpoznawać parkietaże, i opanują zasady ich tworzenia.Samodzielnie ułożą parkietaż z przygotowanych wielokątów.Odkryją możliwe kombinacje kształtów tworzących parkietaże.Rozwiną umiejętność rozwiązywania problemów.Będą pracować w grupie.		

Rysowanie parkietaży	<ul style="list-style-type: none"> • Samodzielnie ułożą parkietaż z przygotowanych wielokątów. • Odkryją możliwe kombinacje kształtów tworzących parkietaże. 	 10	
Gra w zgadywanie parkietaży	<ul style="list-style-type: none"> • Samodzielnie ułożą parkietaż z przygotowanych wielokątów. • Będą pracować w grupie. • Przećwiczą precyzję i skuteczność komunikacji. 	 15	 
Potęgowe opisywanie parkietaży foremnych	<ul style="list-style-type: none"> • Opiszą parkietaże foremne za pomocą notacji potęgowej. 	 10	
Odkrywanie parkietaży aperiodycznych	<ul style="list-style-type: none"> • Dowiedzą się, czym jest parkietaż Penrose'a i co go wyróżnia. • Sprawdzą i dowiedzą się, na czym polega periodyczność i aperiodyczność parkietaży. 	 15	
Zadanie domowe – parkietaże w życiu codziennym	<ul style="list-style-type: none"> • Dowiedzą się, jak rozpoznawać parkietaże, i opanują zasady ich tworzenia. 		 
Figury niemożliwe	<ul style="list-style-type: none"> • Nauczą się rozpoznawać figury niemożliwe. • Połączą wiedzę matematyczną z działaniem artystycznym. 	 40	

Zajęcia w opinii uczniów i uczennic



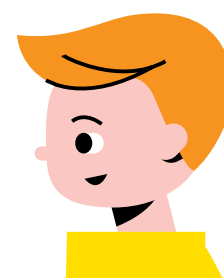
Lekcja była według mnie bardzo interesująca i rozwijająca.

Lekcja była o pracy w grupie oraz o samodzielnym myśleniu.

Lekcja była o logicznym myśleniu.

Lekcja była o figurach, które wykorzystuje się w matematyce i sztuce.

By zrobić wzór, musieliśmy pogtówkować.



Przebieg zajęć

Wprowadzenie

1. Osoba prowadząca rozpoczyna zajęcia od aktywizacji grupy. Jeśli uczniowie uczestniczyli w wystawie „O matmo!”, zadaje im kilka prostych pytań dotyczących tej wizyty. Na przykład:

- Jak wam się podobała wystawa „O matmo!”?
- Co z niej najbardziej zapamiętaliście?
- Czy zwróciliście uwagę na eksponat „Parkietaże”?

UWAGA: Zajęcia można przeprowadzić także bez wizyty na wystawie. Wtedy zaczynamy zajęcia od kroku 2.

2. Wyświetlamy zdjęcie plastra miodu oraz kostek tworzących chodnik (*Załącznik 1.*

Przykłady parkietaży). Zadajemy pytanie: co łączy ze sobą te dwa zdjęcia? W czym podobne są te wzory? Następnie osoba prowadząca zapisuje na tablicy wyraz „parkietaże” i pyta uczniów, z czym im się to słowo kojarzy i czy widzieli już gdzieś tego typu wzory (np. w naturze lub w sztuce). Następnie prosi ich, by sami spróbowali zdefiniować trzy cechy parkietażu.

Przykładowa definicja: Parkietaż to wzór nieskończony o elementach przylegających do siebie, ale nienakładających się na siebie.

UWAGA: Osoba prowadząca zaznacza na początku zajęć, że uczniowie będą pracować tylko nad parkietażami utworzonymi z wielokątów. Jest to o tyle istotne, że można spotkać kompozycje stworzone z figur innych niż wielokąty, również nazywane parkietażami. Większość definicji wskazuje jednak na konieczność stosowania właśnie wielokątów, a nie dowolnych figur.

Główna część zajęć

W zależności od wielkości grupy, czasu trwania zajęć i preferencji osoby prowadzącej zajęcia mogą składać się z dowolnie wielu aktywności zaproponowanych w dalszej części scenariusza. Rekomendujemy jednak realizację około trzech aktywności w przypadku jednej standardowej lekcji (45 minut). Także kolejność przeprowadzenia zadań jest w większości przypadków dowolna – jedynie aktywność nr 1 (*Przygotowywanie figur foremnych*) musi poprzedzać zadania wymagające użycia figur foremnych. Osoba prowadząca dopasowuje zadania do aktualnych warunków i potrzeb grupy. Przedmioty potrzebne do wykonania poszczególnych aktywności stanowią propozycje i je również można modyfikować.

Zakończenie

Na koniec osoba prowadząca zadaje uczniom pytania otwarte, tak by umożliwić klasie uświadomienie obserwacji i wyciągnięcie wniosków z zajęć. Przykładowe pytania:

- Co najlepiej zapamiętaliście z dzisiejszych zajęć?
- Co was najbardziej zaskoczyło?
- Jak podsumowalibyście to, co odkryliście?
- Jakie wzory w naturze przypominają parkietaże?
- Do czego, waszym zdaniem, wiedza na temat parkietaży może wam się przydać w przyszłości?

Proponowane aktywności

1. Przygotowywanie figur foremnych



Czas trwania: 30 minut



Tryb: praca wspólna całej klasy



Materiały

- nożyczki (po jednej parze dla ucznia)
- kolorowy blok techniczny A4 (dziesięć sztuk dla całej klasy)

Instrukcja

Uczniowie przygotowują dużą liczbę figur foremnych (trójkąty, czworokąty, pięciokąty, sześciokąty i ośmiokąty) o wybranej, wspólnej długości boku. Będą im one potrzebne do dalszych zadań.

Figury można samodzielnie rysować i wycinać z kolorowego bloku technicznego, najlepiej zachowując jeden kolor dla danego wielokąta. Osoba prowadząca może też przed zajęciami wydrukować gotowe wzory figur o bokach długości 4 cm (zob. *Załącznik 2. Figury foremne*).

Zwróć uwagę!

Większa liczba przygotowanych figur pozwoli uczniom na tworzenie większych kompozycji i lepiej pokaże powtarzające się wzory parkietaży, warto więc przygotować duży zapas.

2. Układanie parkietaży foremnych



Czas trwania: 10 minut



Tryb: praca wspólna w 3–5-osobowych grupach



Materiały: przygotowane wcześniej figury foremne (aktywność 1. *Przygotowywanie figur foremnych*)

Instrukcja

Osoba prowadząca dzieli klasę na 3–5-osobowe grupy i upewnia się, że każda z nich dysponuje podobnym zestawem wyciętych figur (ok. 10 sztuk każdej figury na grupę). Następnie wszystkie grupy wykonują po kolei dwa zadania:

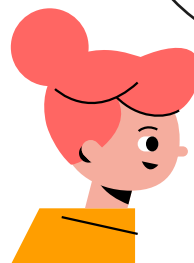
- Uczniowie układają jednokolorowe parkietaże i sprawdzają, z jakich figur da się je utworzyć, a z jakich nie.
- Uczniowie starają się ułożyć jak największą liczbę parkietaży foremnych: najpierw z dwóch rodzajów figur, a później z trzech (zob. *Załącznik 2. Figura foremna* i *Załącznik 3. Przykładowe parkietaże fo-remne z opisami w notacji potęgowej Cundyego i Rolletta*), trzymając się zasad tworzenia parkietaży sformułowanych na początku zajęć.

Przykładowe pytania do uczniów

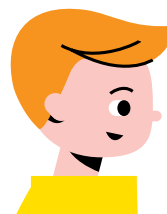
- Z których figur da się stworzyć parkietaże?
Z których par lub trójek?
- Czy istnieje zestaw figur, z których da się ułożyć więcej niż jeden parkietaż? Co to za figury? Czym różnią się te parkietaże?

Zwróć uwagę!

Warto obejrzeć jak najwięcej kombinacji figur ułożonych przez uczniów i weryfikować, które z nich są parkietażami, a które nie (parkietaż musi spełnić następujące warunki: wzór się powtarza, elementy nie nakładają się na siebie i nie ma między nimi odstępów). Wczesne zwrócenie na to uwagi jest kluczowe dla tych zajęć i pozwoli uniknąć niezrozumienia przy dalszych aktywnościach.



Zaskoczyły mnie różne figury foremne, ponieważ myślałam, że będą do siebie pasowały, a nie zawsze tak było.



Nie wszystkie kształty można ułożyć tak, by się dotykały.

3. Układanie parkietaży nieforemnych



Czas trwania: 15 minut



Tryb: praca wspólna w 3–5-osobowych grupach

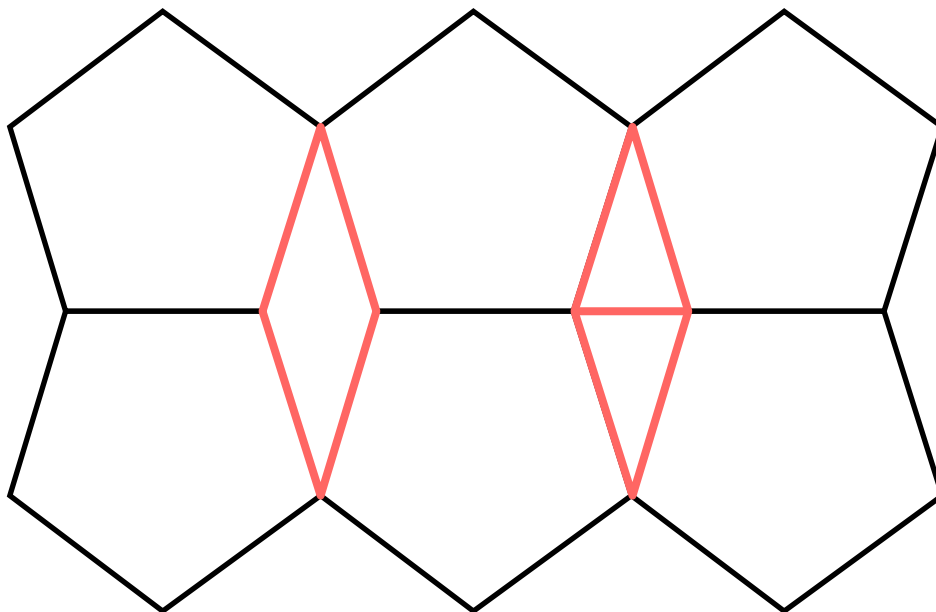


Materiały

- przygotowane wcześniej figury foremne (aktywność 1. *Przygotowywanie figur foremnych*)
- kartka A4 (po jednej dla ucznia)
- ołówek (po jednym dla ucznia)
- linijka (po jednej dla ucznia)
- nożyczki (po jednej parze dla ucznia)

Instrukcja

1. Mając do dyspozycji białe kartki, ołówki, linijki i nożyczki, uczniowie wycinają figury, których brakuje im do stworzenia parkietaży nieforemnych (czyli takich, które zawierają jakieś figury nieforemne). Przykładowo: aby stworzyć parkietaż nieforemny z użyciem pięciokątów foremnych, będą potrzebowali rombów lub dwóch złączonych trójkątów równoramiennych.



2. Uczniowie mogą też tworzyć parkietaże składające się w całości z wyciętych przez nich figur nieforemnych, np. z rombów.

Przykładowe pytanie do uczniów

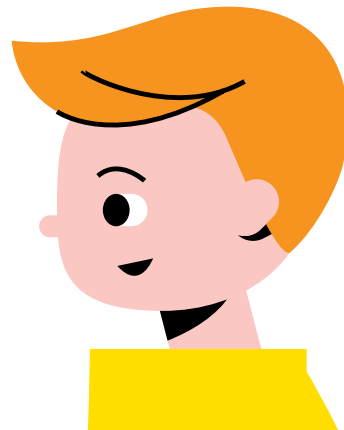
Z jakich rombów da się utworzyć parkietaż?

Próbując odpowiedzieć na to pytanie, uczniowie będą mieli okazję przekonać się, że wystarczy do tego jeden, ale dowolnie wybrany romb – tj. o dowolnej długości boków i dowolnej wielkości kątów.

Wskazówka

Jeśli uczniowie mają problem z wycięciem figur w pożądanym kształcie, można podpowiedzieć im, żeby przed wycięciem odrysowali ich kształty za pomocą już gotowych figur foremnych.

Dziwiło mnie to, że stworzenie parkietaży w niektórych sytuacjach było cięższe, niż się wydawało.



4. Rysowanie parkietaży



Czas trwania: 10 minut



Tryb: praca indywidualna



Materiały

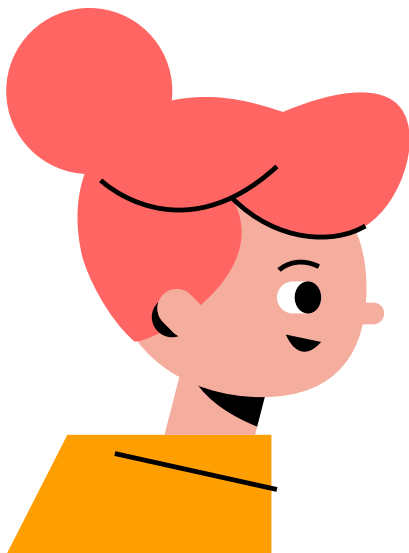
- kartka A4 (po dwie dla ucznia)
- ołówek (po jednym dla ucznia)
- linijka (po jednej dla ucznia)

Instrukcja

Zamiast tworzyć parkietaże z wyciętych figur, uczniowie mogą je rysować na kartkach. Łatwiej wtedy zadbać o spełnienie zasady dotyczącej ścisłego przylegania do siebie boków poszczególnych figur.

Wskazówka

Poproś uczniów, aby jeden wymyślony przez siebie parkietaż narysowali na całej stronie kartki (zamiast kilku różnych kompozycji na jednej stronie).



Najbardziej podobało mi się przerysowywanie parkietaży i sprawdzanie, czy wzory się powtórzą.

5. Gra w zgadywanie parkietaży



Czas trwania: 15 minut



Tryb: praca wspólna całej klasy lub praca w parach



Materiały: przygotowane wcześniej figury foremne (aktywność 1. *Przygotowywanie figur foremnych*)

Instrukcja

Aktywność ta ma pobudzić kreatywność uczniów, ponadto umożliwia trening umiejętności komunikacyjnych i sprzyja zacieśnieniu więzi w klasie.

Osoba prowadząca zaprasza dwójkę ochotników do udziału w demonstracyjnej rozgrywce. Prosi ich, aby usiedli w ławkach plecami do siebie, mając przed sobą taki sam zestaw figur. Zadaniem jednej osoby jest ułożenie wymyślonego przez nią parkietażu i zwięzłe opisanie go drugiej osobie – tak, by i ona mogła go ułożyć.

Osoba prowadząca, w zależności od poziomu zaangażowania, jaki chce uzyskać, decyduje, jak będzie pracować klasa po zakończeniu rundy demonstracyjnej.

1. W pierwszym wariantcie pracuje jednocześnie kilka par, podczas gdy reszta klasy obserwuje rozgrywających i sprawdza, czy ułożony wzór faktycznie jest parkietażem.
2. W wariantcie drugim wszyscy uczniowie z klasy pracują jednocześnie w parach.

Opcjonalnie

Jeżeli dysponujemy dużą liczbą figur, obie osoby z każdej pary mogą układać jednocześnie swoje parkietaże, następnie je sobie nawzajem opisać, a na koniec sprawdzić, czy udało im się właściwie odtworzyć wzór partnera. Dzięki temu osoba, która inaczej zmuszona byłaby czekać, aż partner ułoży parkietaż, nie będzie się nudziła.

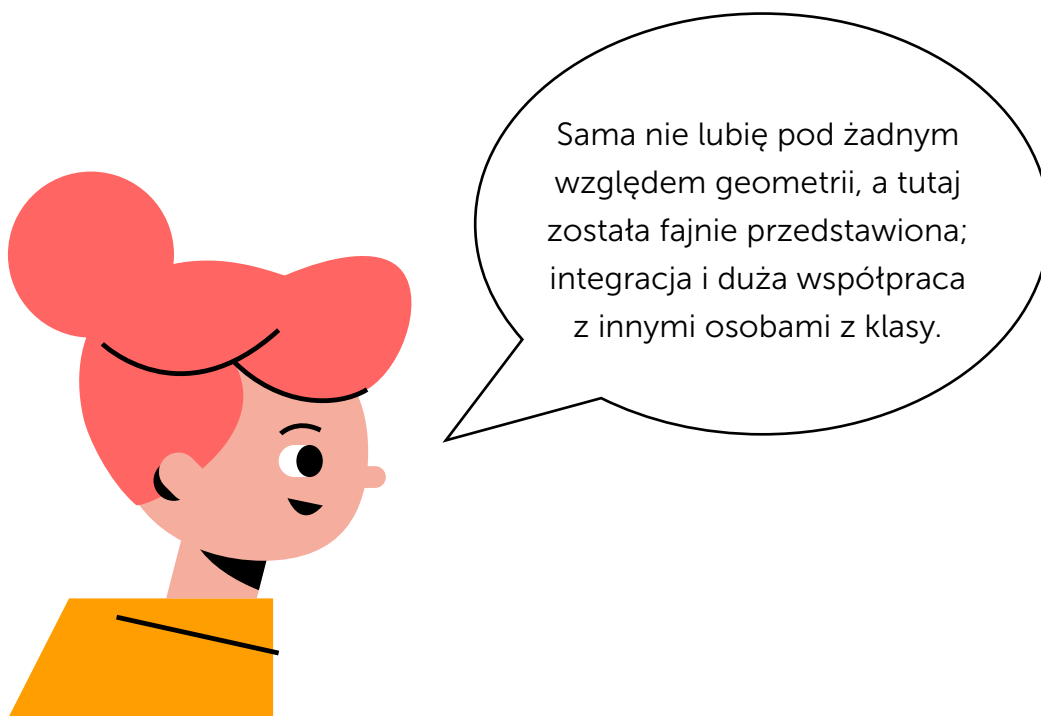
Przykładowe pytania do uczniów

- Czy gra wam się spodobała?
- Jak oceniacie poziom trudności tego zadania?

- Co wam pomagało, a co przeszkadzało?
- Jaki jest, waszym zdaniem, najłatwiejszy sposób na opisanie drugiej osobie parkietażu?

Zwróć uwagę!

Żeby uczniowie rozgrzali się i lepiej zrozumieli ideę gry, można poprosić ich, żeby w pierwszych rundach układali jeden z parkietaży, które stworzyli wcześniej, a nie proponowali zupełnie nowy wzór. Dopiero później mogą wymyślać nowe kompozycje, ale warto chodzić po klasie i sprawdzać, czy są to faktycznie parkietaże, bo często uczestnicy tworzyli celowo skomplikowane kompozycje, które niestety nie spełniały kryteriów parkietażu.



6. Potęgowe opisywanie parkietaży foremnych



Czas trwania: 10 minut



Tryb: praca w 3–5-osobowych grupach



Zadanie trudniejsze!



Materiały

- przygotowane wcześniej figury foremne (aktywność 1. *Przygotowywanie figur foremnych*)
- markery lub kreda i tablica (dostępne w sali lekcyjnej)

Instrukcja

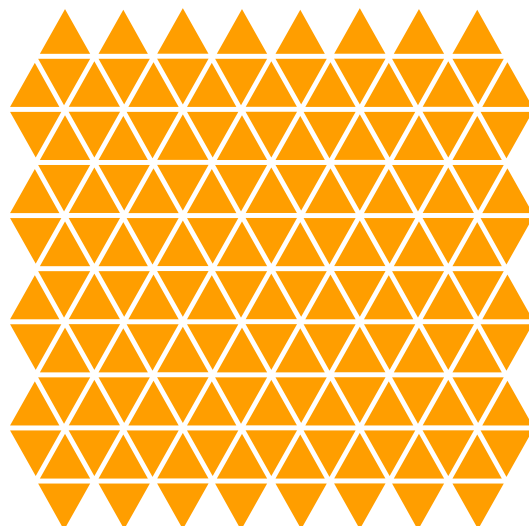
Aktywność tę można przeprowadzić na wiele sposobów. Najlepszym wariantem jest ten, w którym uczniowie sami „tworzą” własny system zapisu pozwalający na opisywanie różnych parkietaży. Aby osiągnąć ten cel, osoba prowadząca pyta uczniów, jakie figury stykają się w danym punkcie. Uczniowie próbują zapisać odpowiedzi na tablicy. Kiedy już klasa opanuje zasady notacji, można odwrócić działanie i poprosić uczniów, by wybrane parkietaże (np. narysowane na tablicy) opisali zgodnie z konwencją lub ułożyli parkietaże na podstawie zanotowanych na tablicy opisów osoby prowadzącej.

Instrukcja dla nauczyciela

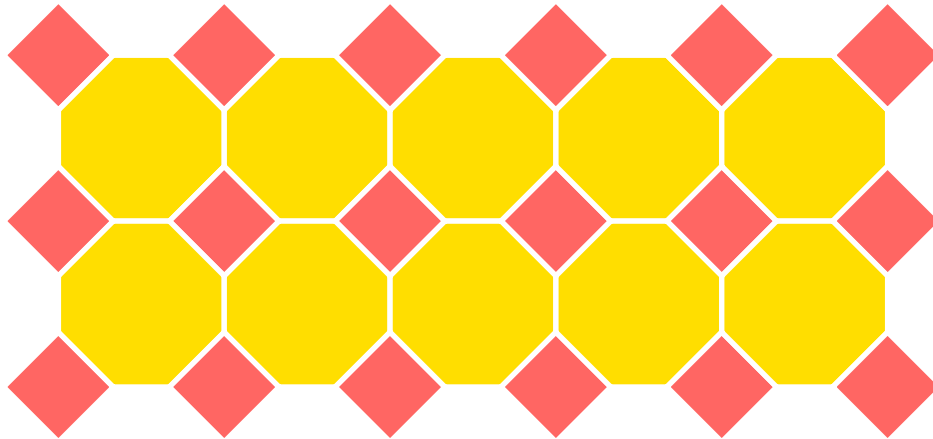
W przypadku parkietaży foremnych możemy zastosować prosty, potęgowy opis danego wzoru. W tym celu wybieramy punkt, w którym styka się kątami kilka figur, i za pomocą cyfr kolejno je opisujemy.

Przykładowe opisy potęgowe parkietaży foremnych

- W parkietażu z trójkątów foremnych w każdym punkcie spotyka się sześć trójkątów, co można zapisać jako $(3,3,3,3,3,3)$ lub (3^6) .



- W parkietażu z kwadratów i ośmiokątów foremnych w każdym punkcie spotykają się dwa ośmiokąty i kwadrat, co można zapisać jako $(8,8,4)$ lub $(8^2,4)$



Więcej przykładów opisu potęgowego można znaleźć na końcu scenariusza (zob. Załącznik 3. Przykładowe parkietaże foremne z opisami w notacji potęgowej Cundyego i Rolletta; notacja oznaczona jest skrótem „C&R”).

Notacji potęgowej można używać również w przypadku różnych typów wierzchołków (zob. sekcję *Materiały dodatkowe*).

Opcjonalnie

Jeżeli uczniowie znają już potęgowy opis parkietaży, mogą go wykorzystać w aktywności *Gra w zgadywanie parkietaży*, nawet jeśli mieliby grać w nią ponownie.

Wskazówka

Warto przeplatać polecenia i zarówno prosić uczniów o opisanie ułożonych już parkietaży poznany zapisem potęgowym, jak i zachęcać do tworzenia kompozycji na podstawie podanego im zapisu.



Najbardziej zaskoczyło mnie to, że parkietaż można zamienić na ułamek*.

* Nie chodzi o ułamek, a o potęgę. Zakładamy jednak, że sama forma zapisu została dobrze zrozumiana.

7. Odkrywanie parkietaży aperiodycznych



Czas trwania: 15 minut



Tryb: praca wspólna w parach



Zadanie trudniejsze!



Materiały

- przezroczysta folia, może być koszulka A4 na dokumenty (po jednej dla ucznia)
- flamaster (po jednym dla ucznia)
- wydruki parkietażu Penrose'a (zob. *Załącznik 4. Parkietaż Penrose'a*, po jednym dla połowy uczniów w klasie)
- wydruki parkietażu składającego się z kwadratów (zob. *Załącznik 2. Figury foremne*, po jednym dla drugiej połowy uczniów w klasie)

Instrukcja

Osoba prowadząca przypomina klasie parkietaż Penrose'a pokazywany na wystawie „O matmo!” i pyta, co wyjątkowego według uczniów jest w tym parkietażu. Po wysłuchaniu ich głosów prezentuje krótkie wprowadzenie. Jeśli uczniowie nie byli na wystawie, osoba prowadząca nie wspomina o wystawie, ale kładzie większy nacisk na poniższe wprowadzenie.

Dodatkowe informacje dla nauczyciela

Parkietaż Penrose'a składa się z dwóch rodzajów rombów zwanych popularnie „latawcami” i „strzałkami”. Latawiec ma kąty 72 i 108 stopni, natomiast strzałka – 36 i 144 stopnie. Parkietaż układa się zgodnie z następującą regułą: stykające się kafelki nie mogą nigdy tworzyć równoległoboku. Istnieje nieprzeliczalnie wiele sposobów na ułożenie parkietażu wedle tej reguły. Wszystkie jednak będą aperiodyczne (nieokresowe). Zanim odkryjecie, na czym polega aperiodyczność parkietażu, przeprowadzicie eksperyment.

Osoba prowadząca prosi uczniów, by dobrali się w pary, i każdej z nich rozdaje: dwie przezroczyste folie (np. koszulki do dokumentów), flamaster, wydruk parkietażu Penrose'a (zob. *Załącznik 4. Parkietaż Penrose'a*) oraz wydruk parkietażu utworzonego z samych kwadratów (zob. *Załącznik 2. Figury foremne*). Następnie uczniowie przerysowują parkietaże z kartek (podkładając je pod spód) na otrzymane folie. Kiedy wszyscy uczniowie wykonają już to zadanie, osoba prowadząca zadaje im pytanie, czym różnią

się od siebie oba parkietaże, i zachęca ich, by spróbowali znaleźć odpowiedź. Podczas tego ćwiczenia uczniowie przekonają się, że przesuając folię (ale bez jej obracania) z odrysowanym parkietażem Penrose'a nad wydrukowanym parkietażem Penrose'a, nie są w stanie znaleźć miejsca, w którym oba parkietaże się pokryją, co wynika z aperiodyczności parkietażu Penrose'a. W przypadku parkietażu utworzonego z kwadratów uda im się to od razu.

Aperiodyczność oznacza, że gdy odrysowany parkietaż przesuniemy w dowolny sposób (ale bez obracania go) w stosunku do oryginalnego parkietażu, wzór z poprzedniego położenia nigdy nie nałoży się na oryginał, choć wzór z dowolnie wybranego ograniczonego obszaru mieści się nieskończenie wiele razy w (nieograniczonym) parkietażu.

Wskazówka

Im większy parkietaż (składający się z wielu elementów / wydrukowany w małej skali), tym lepiej widać efekt periodyczności lub aperiodyczności. Można przeprowadzić ten eksperyment na większych arkuszach, ale w mniejszej ilości (np. uczniowie pracują w grupach zamiast w parach).

8. Zadanie domowe – parkietaże w życiu codziennym



Tryb: praca indywidualna, zadanie do wykonania w domu po zajęciach



Materiały: aparat fotograficzny, np. w telefonie ucznia

Instrukcja

Osoba prowadząca prosi uczniów, by poszukali w swoim otoczeniu parkietaży, sfotografowali je i przynieśli zdjęcia na następne zajęcia. Na zajęciach wszyscy wspólnie oglądają fotografie i sprawdzają, czy każdy wzór spełnia warunki parkietażu.

Przykładowe pytania do uczniów

- Który parkietaż zajmował najwięcej przestrzeni? Który najmniej?
- Z jakich figur składają się sfotografowane parkietaże?
- Czy z którymś ze zdjęć wiąże się jakaś ciekawa historia?

9. Figury niemożliwe



Czas trwania: 40 minut



Tryb: praca indywidualna



Materiały

- wydrukowane rysunki figur możliwych i niemożliwych (zob. *Załącznik 5. Różne figury*, w liczbie równej liczbie uczniów w klasie)
- ołówki, kredki, flamastry, cienkopisy i inne przybory plastyczne (które uczniowie mają w piórnikach)
- tablica korkowa i pinezki lub wolna ściana i taśma malarska – do stworzenia na koniec wystawy prac

Osoba prowadząca rozdaje wszystkim uczniom wydrukowane rysunki figur niemożliwych (zob. *Załącznik 5. Różne figury*).

1. Uczniowie zapoznają się z figurami, po czym każdy z nich wybiera tę, która najbardziej mu się podoba.
2. Następnie przez 15 minut rysują (ołówkiem, kredkami, flamastrami, cienkopisami itp.) wybraną przez siebie figurę. Mogą pokolorować figury lub zastosować światłocień. Osoba prowadząca może im podpowie- dzieć, żeby najpierw delikatnie naszkicowali figury ołówkiem, a dopiero potem podkreślili rysunek inną techniką.
3. Po 15 minutach osoba prowadząca prosi, by każdy uczeń wymyślił nazwę dla swojej figury i zapisał ją wyraźnie obok rysunku.
4. Po ukończeniu zadania uczniowie robią wystawę swoich prac. Mogą ją przygotować w kilku wariantach:
 - przykleić prace do ściany taśmą;
 - przypiąć je do tablicy korkowej pinezkami;
 - ułożyć je obok siebie na kilku zsuniętych z ławkach;
 - położyć je w szeregu na podłodze.
5. Osoba prowadząca zaprasza uczniów do wspólnego obejrzenia wysta- wy, a następnie mówi, co jej się podoba w ich pracach.

6. Po obejrzeniu wystawy wszyscy siadają z powrotem w ławkach. Osoba prowadząca pyta uczniów, co myślą o rysowanych przez siebie wcześniej figurach, i zapisuje na tablicy – w postaci mapy myśli – ich wypowiedzi wraz z wymyślonymi przez nich nazwami figur.
7. W podsumowaniu osoba prowadząca wprowadza pojęcie figur niemożliwych (o ile wcześniej nie padło słowo „niemożliwe” i nie było ku temu okazji) i informuje uczniów, że potowa rysunków na kartce przedstawia właśnie figury niemożliwe, wymyślone przez szwedzkiego artystę Oscara Reutersvårda i spopularyzowane przez znanego brytyjskiego matematyka Roberta Penrose’a.

Opcjonalnie – rozszerzenie zajęć

1. Sztuka

Osoba prowadząca prosi uczniów, by (w ramach zajęć lub zadania domowego) obejrzeli w internecie prace artystów i odszukali te, w których twórcy inspirowali się figurami niemożliwymi:

- Mauritsa Cornelisa Eschera (w szczególności praca pt. „Relativity”);
- Ryszarda Winiarskiego (obiekty i obrazy, w których autor losowo generował wysokość lub kolor poszczególnych elementów);
- Victora Vasarelyego (przedstawiciela nurtu op-art).

2. Perspektywa

Osoba prowadząca prezentuje uczniom i ćwiczy z nimi rysowanie prostych brył (np. prostopadłościów) i konstrukcji geometrycznych z zastosowaniem perspektywy zbieżnej.

3. Liternictwo

Osoba prowadząca prezentuje uczniom i ćwiczy z nimi pisanie liter 3D, tj. liter z zastosowaniem perspektywy.

Wskazówka

To zadanie łączy matematykę i sztukę, może być wykorzystane na innych lekcjach niż matematyka. Pozwala dzieciom, które nie mają wysokich wyników z matematyki, poczuć, że są z niej dobre – zachęca do poznawania matematyki.

Podczas oglądania rysunków uczniowie mogą je komentować. Mogą mówić miłe rzeczy, jeśli coś im się w którejś pracy podoba. Dobrze, żeby padały same miłe uwagi, i nie było wytykane niedokładne lub niestaranne rysowanie.

Wystawa może stać się stałym elementem wystroju sali.

Materiały dodatkowe

Parkietaż Penrose'a i figury niemożliwe

Roger Penrose (ur. 1931) – brytyjski naukowiec, matematyk, fizyk, popularyzator nauki. Laureat Nagrody Nobla z fizyki.

Naukowiec wymyślił, w jaki sposób pokryć płaszczyznę kafelkami, tak by wzór nigdy się nie powtarzał. Jego pomysł wyróżnia to, że zakłada użycie jedynie dwóch rodzajów kafelków. Wynalazek ten nazywany jest **parkietażem Penrose'a**.

Penrose spopularyzował temat **figur niemożliwych**, wymyślonych wcześniej przez szwedzkiego artystę Oscara Reutersvårda. Są to figury, które na pierwszy rzut oka wyglądają prawdopodobnie, lecz kiedy przyjrzeć się bliżej ich konstrukcji, widać, że nie mogą istnieć w naszym trójwymiarowym świecie. Pewna anegdota mówi, że dzięki artykutowi w piśmie psychologicznym dowiedział się o nich Maurits Cornelis Escher. Po przeczytaniu tekstu zaczął inspirować się pracami Penrose'a w tworzeniu własnych grafik. Przykład ten doskonale pokazuje, jak matematyka i sztuka mogą się ze sobą pięknie łączyć.

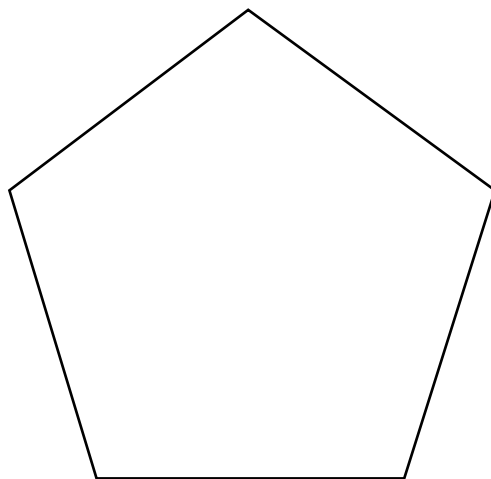
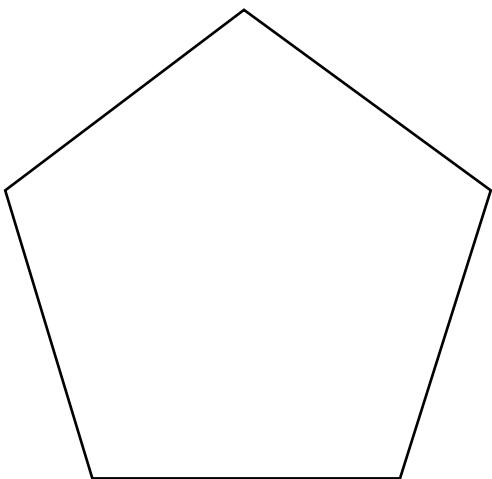
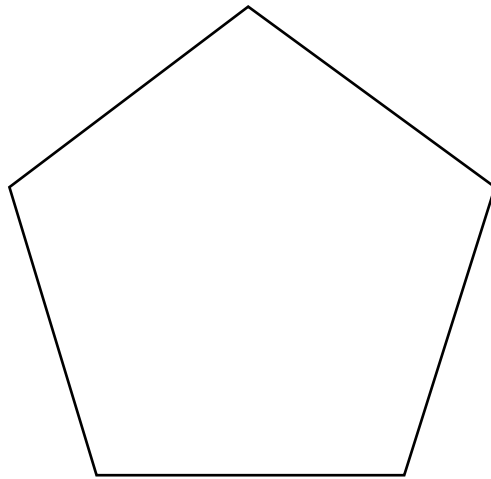
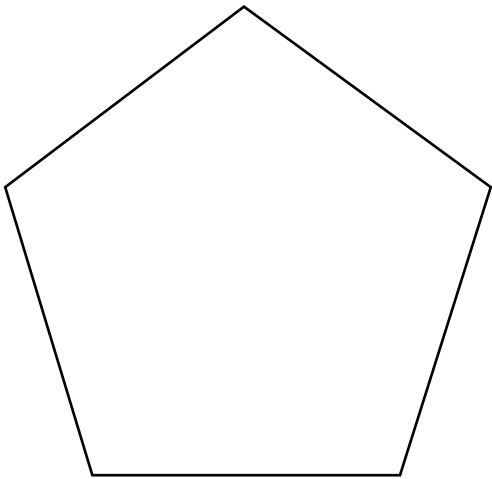
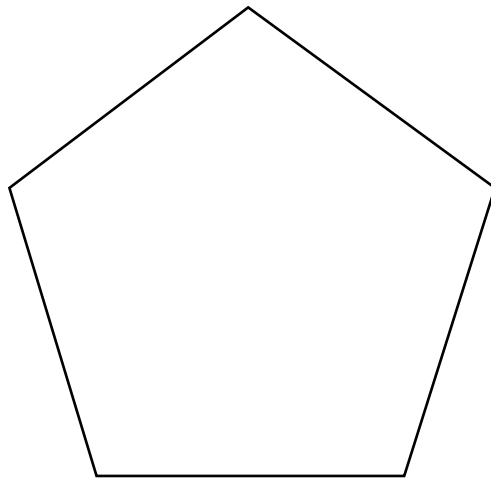
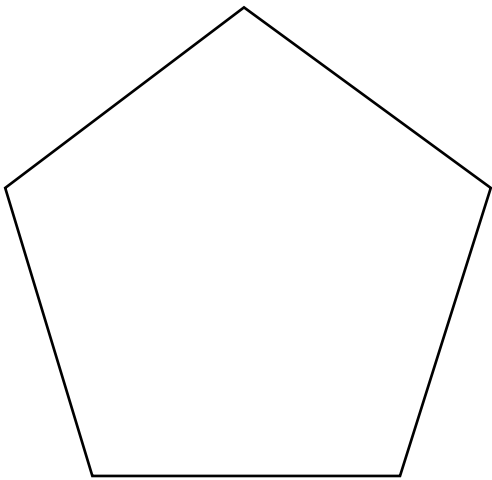
Artykuły online

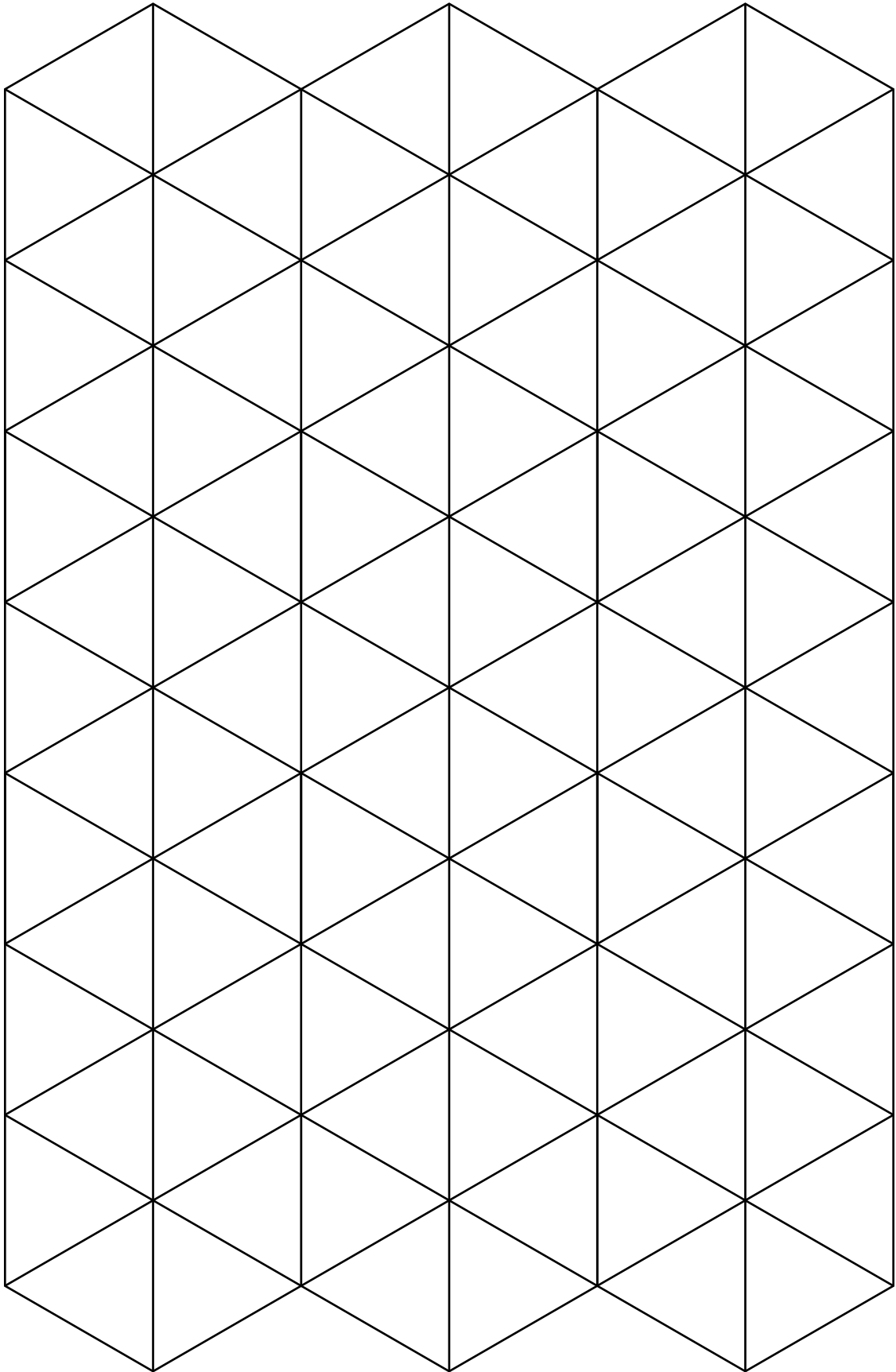
[„PARKIETAŻE”](#), artykuł dostępny online na stronie fmw.math.uni.wroc.pl

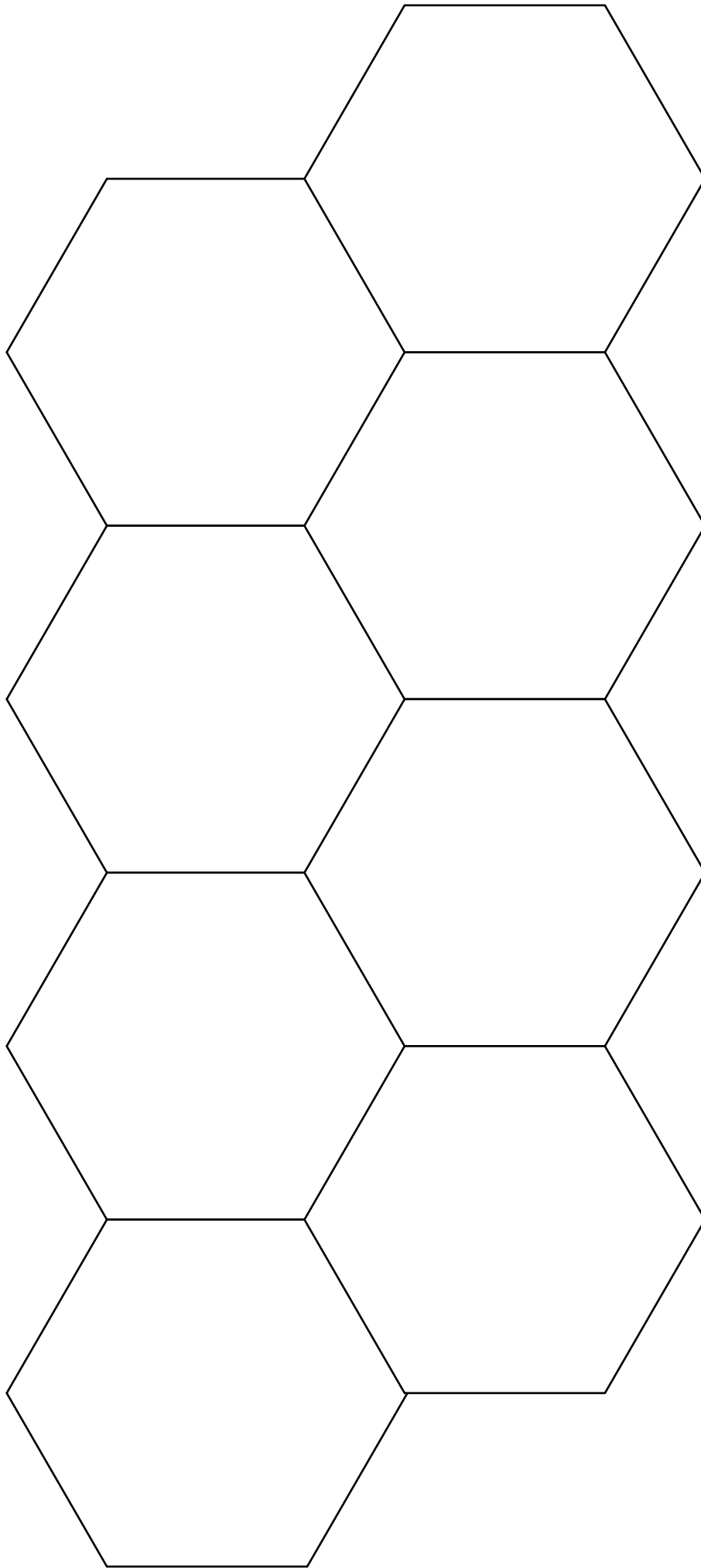
Załącznik 1. Przykłady parkietazy



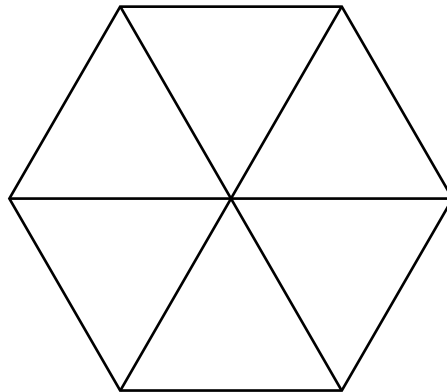
Załącznik 2. Figury foremne



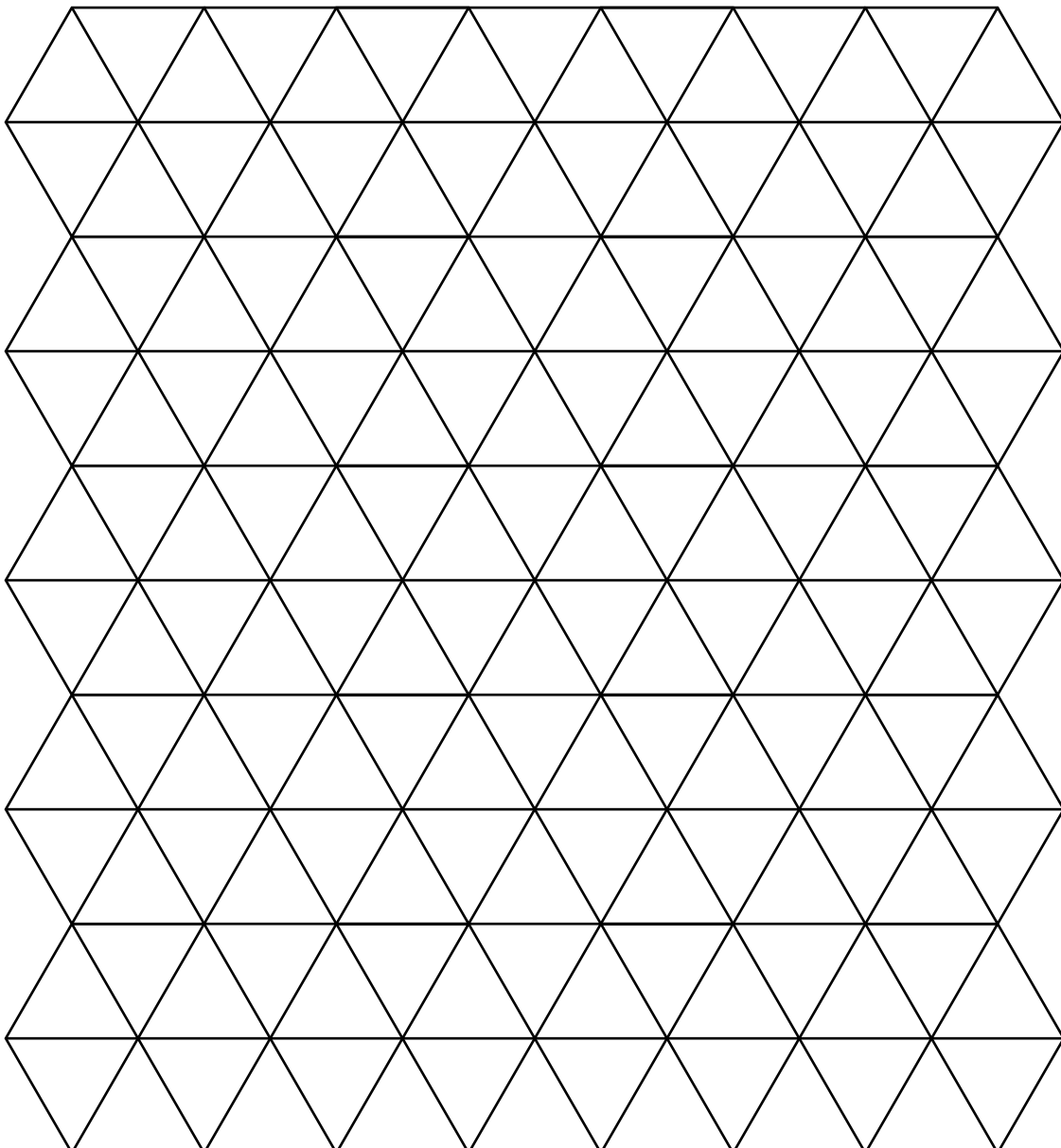


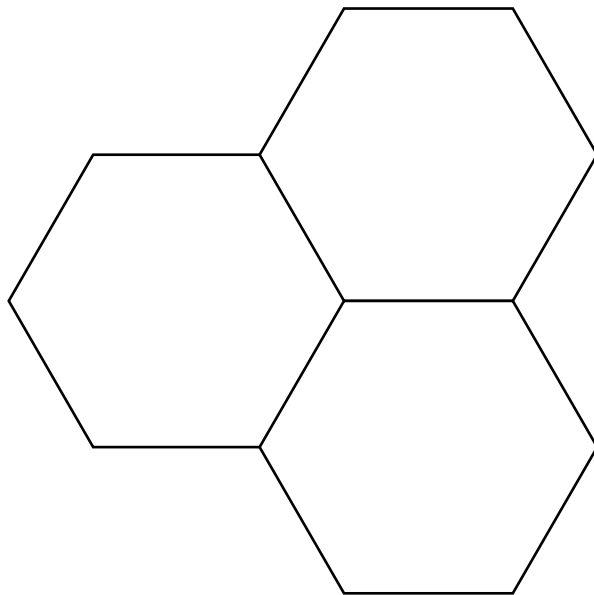


Załącznik 3. Przykładowe parkietaże foremne z opisami w notacji potęgowej Cundyego i Rolletta

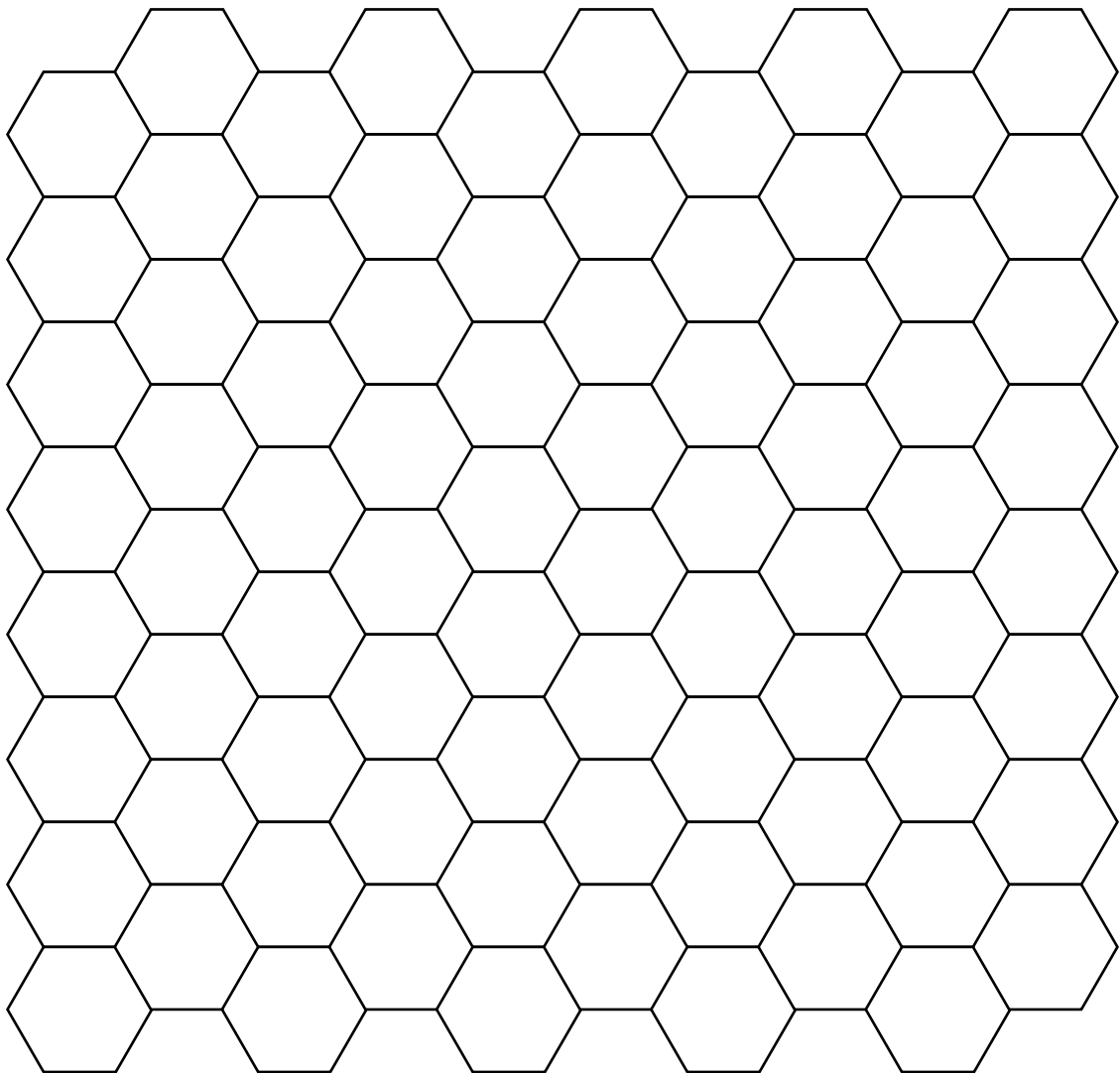


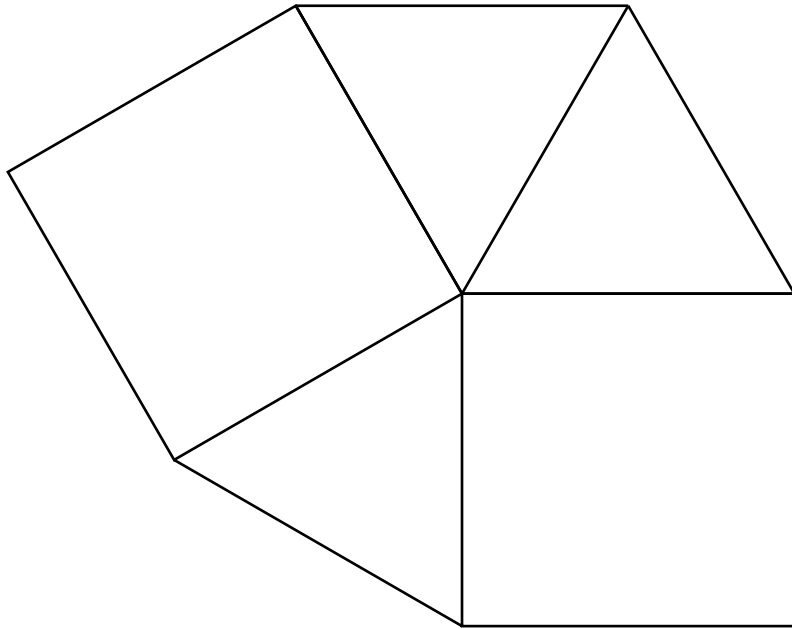
C&R 3⁶



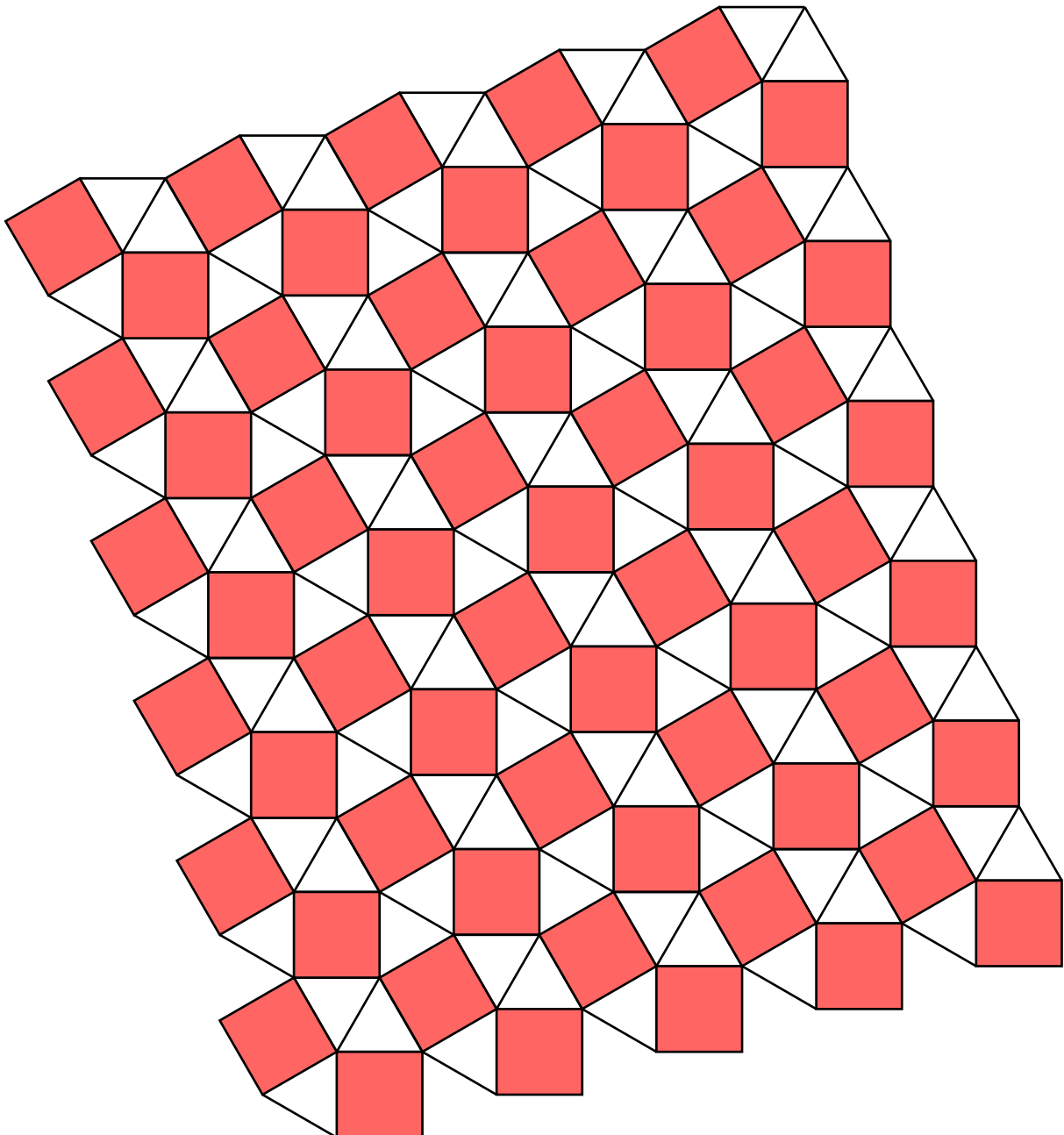


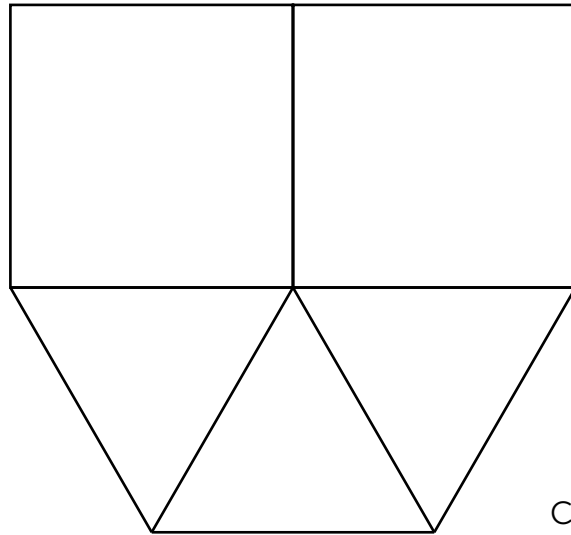
C&R 6³



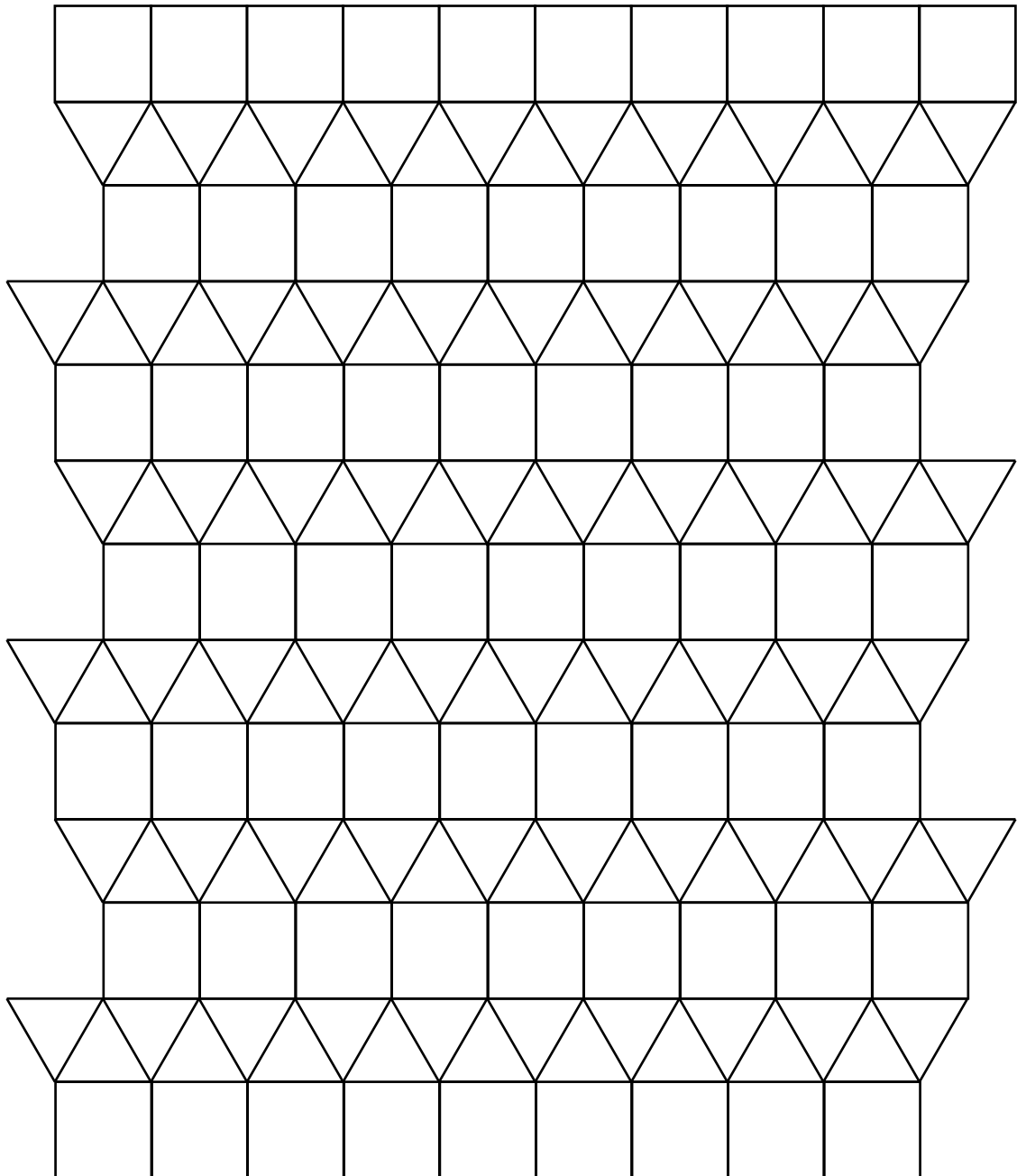


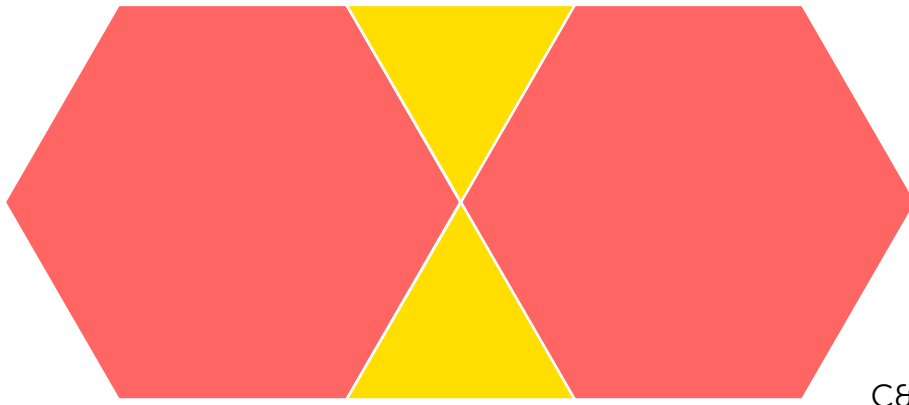
C&R 3².4.3.4



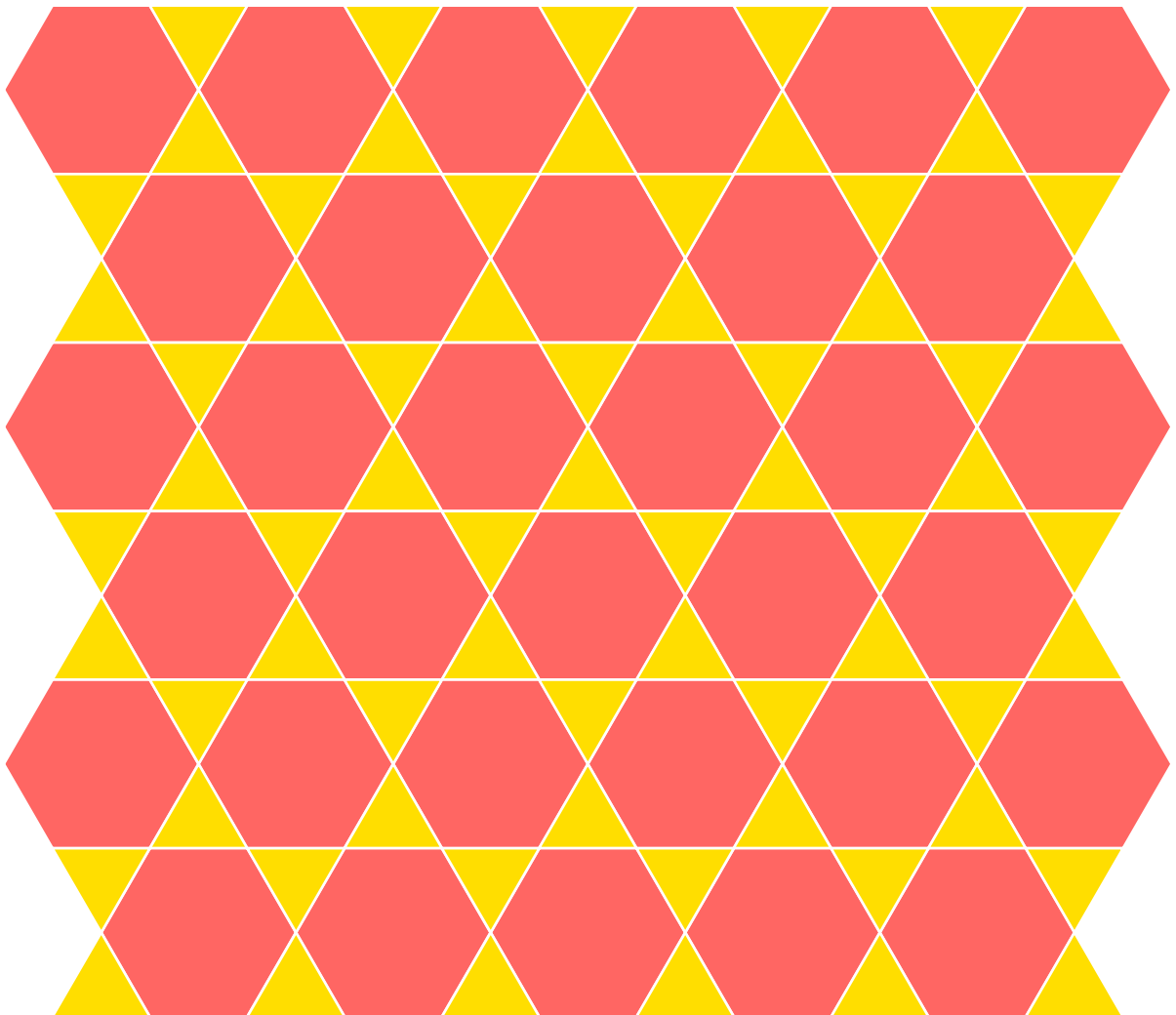


C&R 3⁴.4²

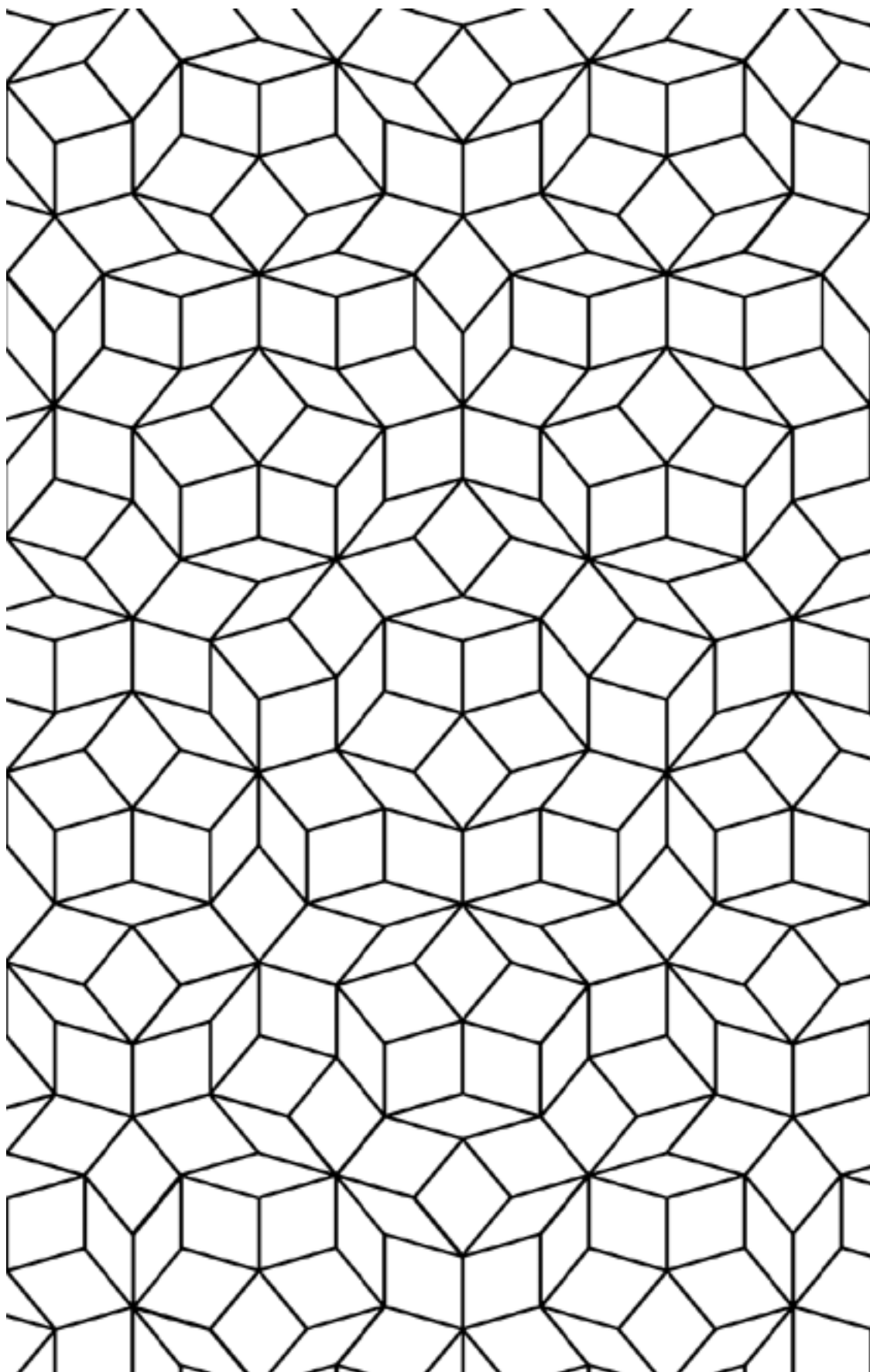




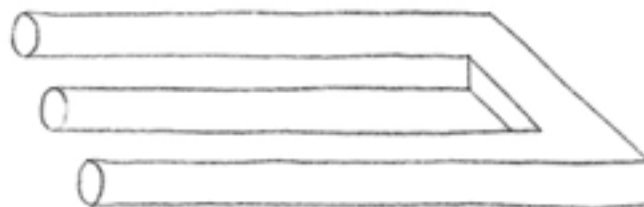
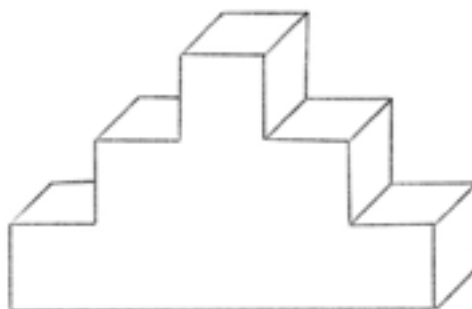
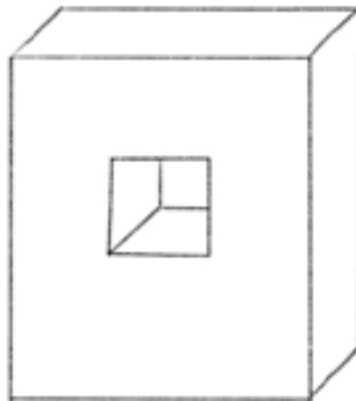
C&R (3.6)²



Załącznik 4. Parkietaż Penrose'a



Załącznik 5. Różne figury



Spis treści

Wstęp	3
Przewodnik po scenariuszu	4
Przebieg zajęć	6
Proponowane aktywności	7
1. Przygotowywanie figur foremnych	7
2. Układanie parkietaży foremnych	8
3. Układanie parkietaży nieforemnych	9
4. Rysowanie parkietaży	11
5. Gra w zgadywanie parkietaży	12
6. Potęgowe opisywanie parkietaży foremnych	14
7. Odkrywanie parkietaży aperiodycznych	16
8. Zadanie domowe – parkietaże w życiu codziennym	18
9. Figury niemożliwe	19
Materiały dodatkowe	22
Załącznik 1. Przykłady parkietaży	23
Załącznik 2. Figury foremne	24
Załącznik 3. Przykładowe parkietaże foremne z opisami w notacji potęgowej Cundyego i Rolletta	27
Załącznik 4. Parkietaż Penrose’a	33
Załącznik 5. Różne figury	34

Szacowanie

**Scenariusz zajęć
dla klas 5–8 szkół
podstawowych**



Szacowanie

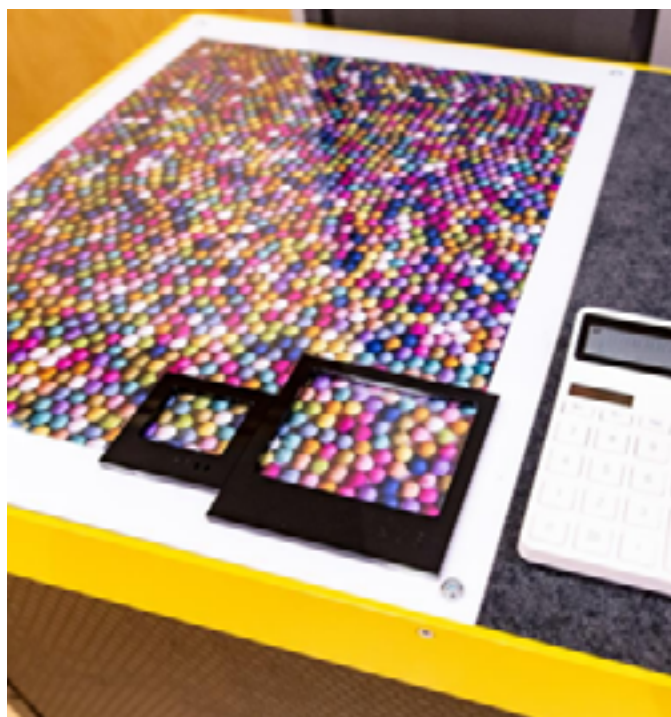
Scenariusz zajęć dla klas 5–8 szkół podstawowych



Scenariusz został opracowany w procesie B+R Pracowni Przewrotu Kopernikańskiego. Jego powstaniu towarzyszyły konsultacje z pracownikami Centrum Nauki Kopernik i nauczycielami z Letniej Szkoły Prototypowania, a także testy z udziałem dzieci z Młodzieżowego Panelu Eksperckiego Centrum Nauki Kopernik.. Scenariusz przetestowano w 10 szkołach, podczas 16 lekcji, w efekcie zebrano opinie od 297 uczniów. Szczegółowe informacje o procesie B+R znajdują się w raporcie Raport i rekomendacje z badań dotyczących stopnia postrzeganej przydatności wiedzy naukowej w zależności od wariantu zajęć.

Wstęp

Scenariusz zajęć dotyczy eksponatu „Szacowanie”, który jest elementem wystawy „O matmo!” pokazywanej w ramach programu Nauka dla Ciebie. Więcej informacji o wystawach objazdowych znajduje się pod adresem [Nauka dla Ciebie | Centrum Nauki Kopernik](#). Zajęcia można jednak z powodzeniem przeprowadzić bez znajomości wystawy.



Źródło: materiały NDC



matematyka, geografia, plastyka, godzina wychowawcza, koła zainteresowań lub zajęcia w świetlicy



maksymalnie 30 uczestników

Zajęcia rekomendujemy dla klas 5–8 szkoły podstawowej, czyli uczniów w wieku około od 12 do 15 lat.

Główny cel zajęć

Uczniowie i uczennice poszerzą wiedzę na temat szacowania zdobytą podczas wizyty na wystawie „O matmo!” lub zdobędą ją, jeśli nie odwiedzali wystawy. Dowiedzą się, jak można wykorzystywać szacowanie w różnych sytuacjach, a także od czego zależy jego trudność. Dowiedzą się, kiedy i jak przybliżać i zaokrąlać wartości oraz czym jest błąd pomiaru. Jednocześnie będą rozwijać intuicję matematyczną oraz współpracować, kreatywnie rozwiązywać problemy i doskonalić zdolności komunikacyjne.

Przewodnik po scenariuszu



czas trwania (przybliżony czas wykonania zadania)

Tryb pracy:



praca indywidualna



praca w parach



praca grupowa (3–5 osób)



praca całej klasy



zadanie w domu



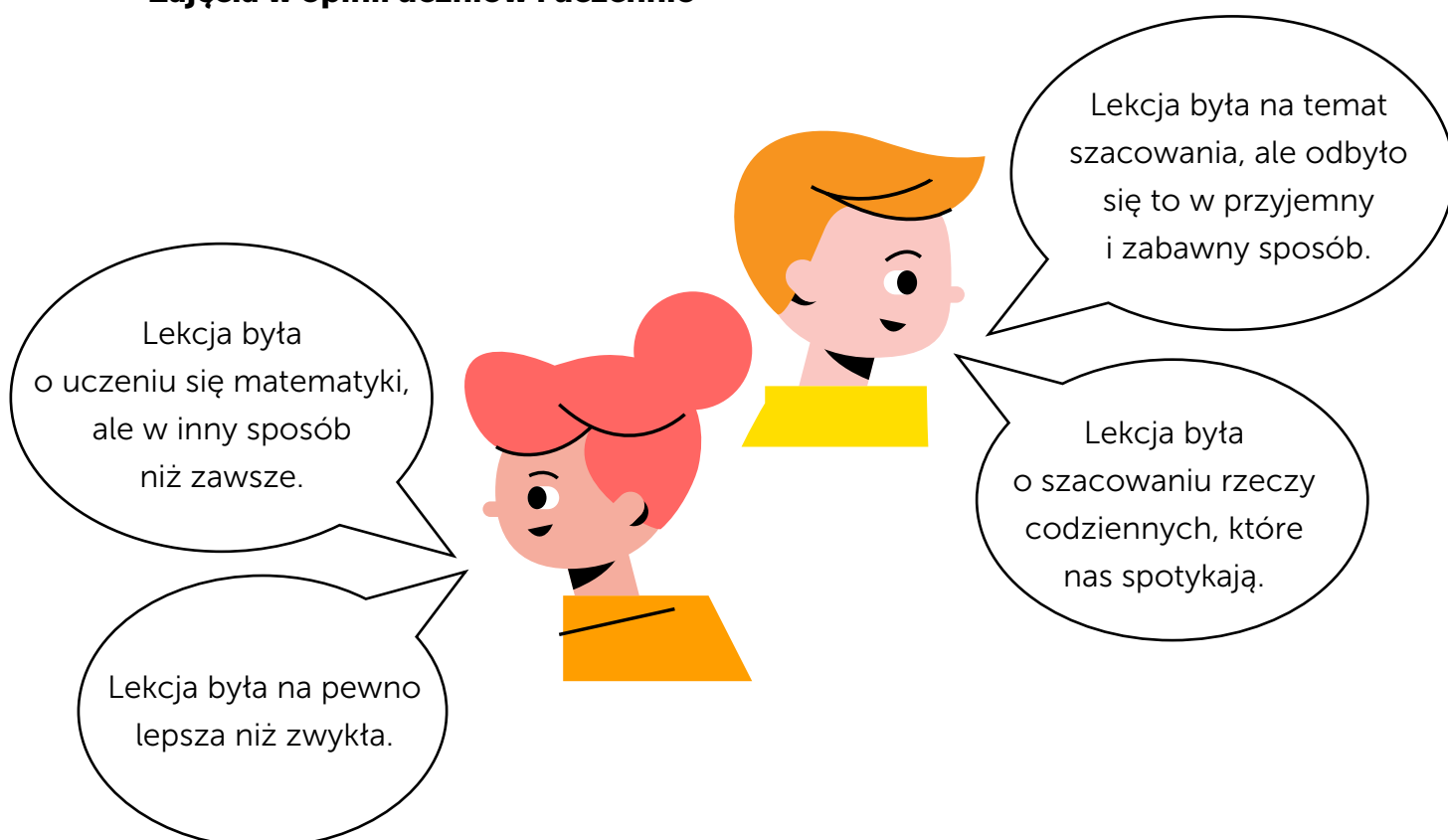
trudniejsze zadanie! (bardziej skomplikowane aktywności)

Korzyści

Nazwa aktywności	Uczniowie i uczennice	Czas trwania	Tryb pracy
Co to znaczy „sto”?	<ul style="list-style-type: none">Przećwiczą umiejętność kreatywnego rozwiązywania problemów.		 
Wyścig z czasem	<ul style="list-style-type: none">Przećwiczą umiejętność szacowania na wiele różnych sposobów.Nauczą się rozpoznawać niedoszacowanie i przeszacowanie.		
Ile to minuta?	<ul style="list-style-type: none">Przećwiczą umiejętność szacowania na wiele różnych sposobów.Nauczą się rozpoznawać niedoszacowanie i przeszacowanie.		 aktywność ruchowa
Gra planszowa „Oszacuj garść”	<ul style="list-style-type: none">Przećwiczą umiejętność szacowania na wiele różnych sposobów.Dowiedzą się, co ma wpływ na dokładność i prostotę szacowania.Nauczą się rozpoznawać niedoszacowanie i przeszacowanie.Wzmocnią więzi społeczne z rówieśnikami dzięki wspólnym grom.Rozwiną umiejętności komunikacji i współpracy w grupie.		

Kartka wyższa niż ja	<ul style="list-style-type: none"> Przećwiczą umiejętność szacowania na wiele różnych sposobów. Przećwiczą umiejętność kreatywnego rozwiązywania problemów. 	10 	
Klocki na wyścigach	<ul style="list-style-type: none"> Przećwiczą umiejętność szacowania na wiele różnych sposobów. Nauczą się rozpoznawać niedoszacowanie i przeszacowanie. Dowiedzą się, co ma wpływ na dokładność i prostotę szacowania. Wzmocnią więzi społeczne z rówieśnikami dzięki wspólnym grom. Rozwiną umiejętności komunikacji i współpracy w grupie. 	20 	
Nieskończone granice	<ul style="list-style-type: none"> Przećwiczą umiejętność szacowania na wiele różnych sposobów. Dowiedzą się, co ma wpływ na dokładność i prostotę szacowania. Poznają zjawisko paradoksu linii brzegowej i jego konsekwencje. 	15 	
Stoik fasolek	<ul style="list-style-type: none"> Przećwiczą umiejętność szacowania na wiele różnych sposobów. Przećwiczą umiejętność kreatywnego rozwiązywania problemów. Wzmocnią więzi społeczne z rówieśnikami dzięki wspólnym grom. Rozwiną umiejętności komunikacji i współpracy w grupie. 	45 	

Zajęcia w opinii uczniów i uczennic



Przebieg zajęć

Wprowadzenie

1. Osoba prowadząca rozpoczyna zajęcia od aktywizacji grupy. Jeśli uczniowie uczestniczyli w wystawie „O matmo!”, zadaje im kilka prostych pytań dotyczących tej wizyty. Na przykład:

- Jak wam się podobała wystawa „O matmo!”?
- Co z niej najbardziej zapamiętaliście?
- Czy zwróciliście uwagę na eksponat „Szacowanie”?

UWAGA: Zajęcia można przeprowadzić także bez wizyty na wystawie. Wtedy zaczynamy zajęcia od kroku 2.

2. Wyświetlamy zdjęcie tłumu ludzi oraz kolorowych kulek z basenu z kulkami (*Załącznik 1. Przykłady do szacowania*). Zadajemy pytanie: ile osób i kulek może być na tych zdjęciach? Następnie osoba prowadząca zapisuje na tablicy wyraz „szacowanie” i pyta uczniów, co ich zdaniem termin ten oznacza. Wspólnie z klasą formuluje definicję tego pojęcia.

Przykładowa definicja: Szacowanie to przybliżone określanie jakiejś wielkości, gdy posiadamy niepełne dane, występują jakieś zakłócenia lub chcemy szybko poznać orientacyjny wynik.

3. Następnie osoba prowadząca prosi uczniów, by poszukali przykładów szacowania w życiu codziennym.

Przykłady szacowania: Szacowanie ilości (czy zakupy zmieszczą się w torbie?); szacowanie czasu (jak długo zajmie nam dotarcie w jakieś miejsce?); szacowanie wydatków (ile pieniędzy powinniśmy wziąć na wyjazd nad morze?).

Główna część zajęć

W zależności od wielkości grupy (większa lub mniejsza klasa), czasu trwania zajęć (jedna godzina lekcyjna lub więcej) i preferencji osoby prowadzącej zajęcia mogą składać się z dowolnie wielu aktywności zaproponowanych w dalszej części scenariusza. Rekomendujemy jednak realizację około trzech aktywności w przypadku jednej standardowej lekcji (45 minut). Także kolejność przeprowadzenia zadań jest – w większości przypadków – dowolna. Osoba prowadząca dopasowuje zadania do aktualnych warunków i potrzeb grupy. Przedmioty potrzebne do wykonania poszczególnych aktywności stanowią propozycje i je również można modyfikować.

Zakończenie

Na koniec osoba prowadząca zadaje uczniom pytania otwarte, tak by umożliwić klasie uświadomienie obserwacji i wyciągnięcie wniosków z zajęć. Przykładowe pytania:

- Co najlepiej zapamiętaliście z dzisiejszych zajęć?
- Co was najbardziej zaskoczyło?
- Jak podsumowalibyście to, co odkryliście?
- Które z oszacowań było najtrudniejsze i dlaczego?
- Do czego, waszym zdaniem, wiedza ta może wam się przydać w przyszłości?

Proponowane aktywności

1. Co to znaczy „sto”?



Czas trwania: 10 minut



Tryb: praca indywidualna, zadanie do wykonania w domu przed zajęciami, wymagane przyniesienie przez uczniów czegoś z domu



Materiały

- stoik dowolnej wielkości z zakrętką (po jednym dla ucznia)
- sto sztuk wybranego przez każdą osobę przedmiotu (sprawdza się: fasola, szklane kulki, guziki); wszystkie sztuki muszą się zmieścić w stoiku

Instrukcja

Osoba prowadząca prosi uczniów o przygotowanie w domu stoika zawierającego sto sztuk wybranego przez nich przedmiotu. Następnie organizuje w klasie wystawę przyniesionych przez uczniów stoików i animuje wspólną dyskusję o ich zawartości. Uczniowie obserwują i porównują stoiki wypełnione jednakową liczbą różnych rzeczy.

Przykładowe pytania do uczniów

- Czy sto to dużo, czy mało? Od czego to zależy?
- Które stoiki było łatwo i szybko przygotować w domu, a które trudniej? Dlaczego?

Wskazówka

Aby porównania uczniów były bardziej miarodajne, osoba prowadząca może z góry wyznaczyć tę samą pojemność stoika dla wszystkich. Może też przygotować na zajęcia pusty „stoik uniwersalny”, do którego uczniowie będą przesypywać zawartość swoich naczyń.

2. Wyścig z czasem



Czas trwania: 5 minut



Tryb: praca indywidualna



Materiały

- kartka A5 lub strona z zeszytu (po jednej dla ucznia)
- przybory piśmiennicze (które uczniowie mają w piórnikach)
- stoper (jeden dla całej klasy)

Instrukcja

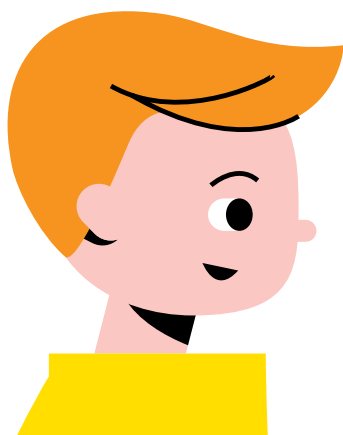
Osoba prowadząca prosi uczniów, by oszacowali, ile kolejnych liczb od jednego do nieskończoności są w stanie zapisać na kartce w ciągu minuty. Każdy z uczniów notuje na kartce szacowaną przez siebie wartość, a następnie osoba prowadząca uruchamia minutnik, a uczniowie zaczynają zapisywać kolejne liczby. Po upływie minuty uczestnicy eksperymentu porównują własne szacunki z największą zapisaną przez siebie liczbą. Na koniec osoba prowadząca prosi o podniesienie rąk uczniów, którzy nie doszacowali (wypisali więcej liczb, niż zakładali), a następnie tych, którzy przeszacowali (wypisali ich mniej), i wyjaśnia klasie oba pojęcia.

Przykładowe pytania do uczniów

- Które liczby udało wam się zapisać szybciej, a które wolniej?
- Co zrobilibyście inaczej, wykonując to ćwiczenie po raz drugi?

Zwróć uwagę!

Kiedy zapisujesz liczby od jednego (nie od zera), największa wartość jest jednocześnie liczbą wypisanych elementów i łatwo możesz ją porównać z pierwotnym oszacowaniem.



Najbardziej zaskoczyło mnie to, że napisałam tak wiele cyfr w minutę!

3. Ile to minuta?



Czas trwania: 5 minut



Tryb: praca wspólna całej klasy, zadanie zakłada aktywność ruchową



Materiały: telefon komórkowy z funkcją stopera (dla nauczyciela)

Instrukcja

Osoba prowadząca wyjaśnia uczniom, jak będzie przebiegał eksperyment, i uruchamia stoper. Od tej chwili każdy z uczniów szacuje upływ czasu, a kiedy uzna, że minuta minęła, dołącza do tworzącego się szeregu. Kiedy wszyscy znajdą się już w jednej linii, osoba prowadząca wskazuje ucznia, którego szacunek był najbliższy minuty. Osoby stojące przed nim nie doszacowały czasu (uznały, że minuta trwa krócej niż faktycznie), a osoby stojące za nim przeszacowały (uznały, że trwa ona dłużej niż w rzeczywistości).

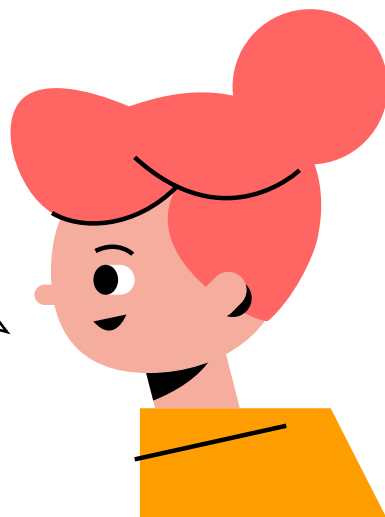
Pytania do uczniów

- Jaka była wasza metoda na odliczanie minuty?
- Czy po tym eksperymencie uważacie, że to dużo czy mało czasu?
- Kiedy ma się wrażenie, że czas płynie wolno, a kiedy szybko?

Zwróć uwagę!

Należy zapewnić uczniom miejsce w klasie, gdzie będą mogli swobodnie ustawić się w szereg. Niektóre stopery w telefonach mają funkcję „Runda” – dzięki niej można zapisać konkretne czasy poszczególnych uczniów, a po wykonanym eksperymencie – powiedzieć im, ile sekund uznali za minutę.

Najbardziej zdziwiła mnie gra w minutkę, ponieważ każdy miał inny wynik, a wydawało się to takie proste.



4. Gra planszowa „Oszacuj garść”



Czas trwania: 20 minut



Tryb: praca wspólna w 3–5-osobowych grupach



Materiały

- kartka A3 (po jednej dla każdej grupy)
- przybory piśmiennicze (które uczniowie mają w piórnikach)
- nieprzezroczyste plastikowe torebki lub woreczki materiałowe wielkości mniej więcej zeszytu (po jednym dla każdej grupy)
- guziki, kulki, spinacze biurowe lub klocki (około 20 sztuk dla każdej grupy)

Instrukcja

Każda 3–5-osobowa grupa tworzy samodzielnie na kartce papieru prostą planszę do gry. Forma planszy jest dowolna, ale musi się na niej znaleźć 100 pól, po których będą poruszać się pionki (mogą być nimi przedmioty z piórnika).

Następnie wszystkie grupy otrzymują po woreczku z 20 przedmiotami (np. guzikami, kulkami, klockami). W każdej rundzie gry jeden z uczniów z każdej grupy wyciąga z woreczka garść przedmiotów, umieszcza je w widocznym miejscu (na ławce lub w przygotowanej miseczce), odlicza do trzech i zakrywa je ręką (albo kartką, tkaniną itp.). W tym czasie pozostali uczniowie oszacowują i zapisują, ile przedmiotów znalazło się na ławce. Po zapisaniu wszystkich szacunków członkowie grupy wspólnie liczą rozsypane przedmioty i sprawdzają, czyj strzał był najbliższy właściwej wartości. Zwycięzca porusza się o tyle oczek na planszy, ile wynosił jego szacunek. Jeśli kilka osób uzyskało jednakowy najbliższy wynik, wszystkie przesuwają swoje pionki po planszy. Gra kończy się, gdy pierwsza osoba dotrze do mety.

Przykładowe pytania do uczniów

- Jak wielkość garści wpływa na łatwość szacowania?
- Jakie ilości łatwiej jest nam szacować – duże czy małe?

Opcjonalnie

Uczniowie mogą też grać na planszy o mniejszej liczbie pól i przesuwać się tylko o jedno pole przy uzyskaniu najbliższego szacunku. Przygotowanie takiej planszy jest szybsze, jednak rozwiązanie to zmniejsza to znaczenie wybieranej przez rozgrywającego liczby przedmiotów i utrudnia obserwację zależności między wielkością garści a łatwością szacowania.

Można też wprowadzić punkty ujemne za najdalszy od właściwej wartości strzał – w postaci cofania się o jedno pole lub o różnicę między szacunkiem a wartością rzeczywistą, jeśli gramy na planszy ze 100 polami. Zwiększa to emocje podczas gry i stawkę, o którą grają w każdej rundzie uczniowie.

Wskazówka

Jeśli chcemy zrealizować podczas lekcji jak najwięcej z proponowanych w scenariuszu aktywności, warto skrócić to ćwiczenie: można wcześniej zadać do domu przygotowanie planszy do gry.



5. Kartka wyższa niż ja



Czas trwania: 10 minut



Tryb: praca indywidualna



Materiały

- kartka A5 (po jednej dla ucznia)
- nożyczki (po jednej parze dla ucznia)

Instrukcja

Każdy uczeń dostaje kartkę A5 i nożyczki. Jego zadaniem jest oszacowanie za pomocą kartki własnego wzrostu. W tym celu musi się zastanowić, ile razy i w jaki sposób ją naciąć (ale nie przeciąć!), aby uzyskać kształt o jak najbardziej zbliżonej długości. Operując nożyczkami, uczeń zapamiętuje liczbę nacięć (można je wcześniej narysować na kartce), by móc później sprawdzić poprawność swojego oszacowania. Na koniec przymierza naciętą kartkę do swojej sylwetki i sprawdza, jak dobrze udało mu się oszacować własny wzrost.

Po ukończeniu zadania przez całą klasę osoba prowadząca zachęca uczniów do dyskusji i opisywania swoich pomysłów na jego wykonanie. Na zakończenie prosi ich, by zastanowili się wspólnie, jak najłatwiej to zrobić.

Przykładowe pytania do uczniów po zakończeniu wycinania

- Jaka była wasza metoda nacinania kartki?
- Co zrobilibyście inaczej, wykonując to ćwiczenie po raz drugi?

Opcjonalnie

Osoba prowadząca może opowiedzieć uczniom o historycznych antropometrycznych miarach jak łokieć, sążień, stopa, piędź itp. (zob. link do artykułu na końcu scenariusza).

Zwróć uwagę!

Uczniowie często odkrywają sposób na wycięcie długiej wstążki z kartki przy wykorzystaniu jedynie małej części arkusza. Nie oszacowują przy tym swojego wzrostu za pomocą długości kartki. Warto więc zachęcić ich do całościowego wykorzystania kartki.

Dla niektórych uczniów to zadanie może być trudne, część może nie wiedzieć, jak rozpocząć. W takich sytuacjach osoba prowadząca może zadać pytanie: w jaki sposób mierzymy duże obiekty, np. meble? Kiedy uczniowie przypomną sobie, że do mierzenia mebli nie potrzeba bardzo długiej linijki i że wystarczy zwijana miarka, która zajmuje niewiele miejsca – powinni móc już, dzięki tej wskazówce, pracować dalej samodzielnie.

Uczniowie podczas tego zadania mogą pracować w różnym tempie. Podczas obserwowanych zajęć widać było podział na dwie grupy: uczniów, którzy od razu mieli pomysł, jak to zrobić, oraz uczestników, którzy potrzebowali na to zdecydowanie więcej czasu lub pomocy.

6. Klocki na wyścigach



Czas trwania: 20 minut



Tryb: praca wspólna w 3–5-osobowych grupach



Materiały: klocki (np. lego) w 3–5 różnych rozmiarach (analogicznie do liczby osób tworzących jedną grupę) przygotowane w ten sposób, aby każdy uczeń miał około 20 identycznych klocków, ale każdy w grupie miał je w innym rozmiarze

Instrukcja

Uczniowie mają do dyspozycji klocki w kilku rozmiarach. W każdej rundzie grupy wybierają jeden przedmiot z sali lekcyjnej, którego długość oszacują za pomocą klocków. Każdy gracz dysponujący klockami w jednym rozmiarze szacuje, ile takich klocków da długość zbliżoną do długości przedmiotu. Następnie uczniowie zaczynają układać wzdłuż przedmiotu linie z oszacowanej przez siebie liczby klocków. W wyścigu zwycięża ta osoba z grupy, której udało się utworzyć linię o długości najbardziej zbliżonej do mierzonego przedmiotu.

W kolejnej rundzie gracze wymieniają się w obrębie własnej grupy zestawami klocków, a każda grupa zmienia mierzony przedmiot na inny. W przeciągu sugerowanych 20 minut udaje się zmierzyć około 3–4 przedmiotów w sali.

Przykładowe pytanie do uczniów

Jaki wpływ może mieć wielkość klocków na efekt szacowania?

Wyjaśnienie: Mniejsze klocki pozwalają dokładniej szacować (znaleźć się bliżej mety), ale trudno jest zgadnąć potrzebną ich liczbę; większe klocki zmniejszają dokładność (łatwo ominąć metę), ale łatwiej ocenić, ile należy ich użyć. Dodatkowo długość każdego kolejnego przedmiotu szacuje się sprawniej dzięki doświadczeniu nabytemu w poprzednich rundach.

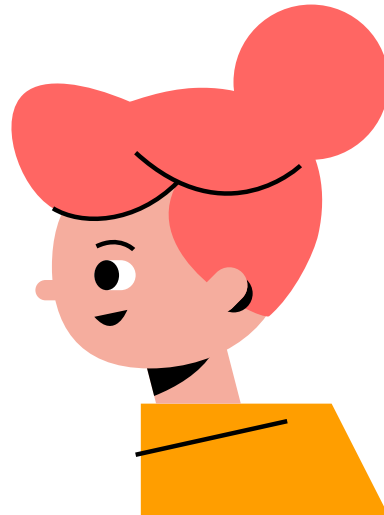
Opcjonalnie

Wszyscy uczniowie mogą używać do pomiarów identycznych przedmiotów (np. zapatek, wykałaczek itp.), ale tracą w ten sposób możliwość obserwacji zależności między różnymi wielkościami miarek a łatwością i dokładnością szacowania.

Zwróć uwagę!

Należy poprosić uczniów, by nie przymierzali klocków do przedmiotu, którego długość mają oszacować, ponieważ gdy tak zrobią, to przestaną szacować, a zaczną mierzyć.

Zaskoczyło mnie,
że szacowaliśmy, ile klocków
potrzeba do zmierzenia
ławki.



7. Nieskończone granice



Czas trwania: 15 minut



Tryb: praca wspólna całej klasy



Trudniejsze zadanie!



Materiały

- wydruk A3 konturu wyspy Wielkiej Brytanii, zob. *Załącznik 2. Kontur Wielkiej Brytanii* (jeden dla całej klasy)
- patyczki do szaszłyków (około 10 dla całej klasy)
- wykałaczki (jedno opakowanie dla całej klasy, około 300 sztuk)
- spinacze biurowe (około 100 sztuk dla całej klasy)
- trzy metry sznurka (jeden dla całej klasy)

Instrukcja

Osoba prowadząca kładzie na ławce dużą mapę Wielkiej Brytanii (zob. *Załącznik 2. Kontur Wielkiej Brytanii*), wydrukowaną co najmniej do formatu A3 (mogą ją tworzyć dwie połączzone kartki A4), a także garść patyczków do szaszłyków, pudełko wykałaczek, spinacze biurowe i kłębek sznurka.

Zadanie uczniów polega na oszacowaniu długości linii brzegowej wyspy. W tym celu układają wybrane przedmioty o tej samej długości wzdłuż krawędzi wyspy, po czym mierzą użyty do pomiaru przedmiot i mnożą wynik przez liczbę ułożonych miarek. Na koniec notują obliczoną w ten sposób długość linii brzegowej razem z wielkością wykorzystanego przedmiotu. Następnie powtarzają wszystkie czynności, używając pozostałych przedmiotów (z wyjątkiem sznurka). Na koniec powtarzają czynności z użyciem sznurka i porównują zgromadzone wyniki, szukając zależności.

Dzięki ćwiczeniu uczniowie mogą zaobserwować tzw. paradoks linii brzegowej (zob. link do artykułu na końcu scenariusza). Na zakończenie osoba prowadząca pyta uczniów, jakie znaczenie może mieć to zjawisko w życiu. Po wysłuchaniu ich opinii opowiada im anegdotę dotyczącą portugalsko-hiszpańskiej granicy: w 1951 roku Portugalczycy podali, że zmierzona przez nich granica z Hiszpanią wynosi 987 km, ale Hiszpanie twierdzili, że mierzy ona 1214 km!

Przykładowe pytania do uczniów:

Co jeszcze może być trudne do zmierzenia, jeśli poznaliśmy ten efekt?

Zwróć uwagę!

Warto spisać zgromadzone wyniki na tablicy, aby pokazać odwrotnie proporcjonalnie rosnącą zależność – im krótszej miarki używamy, tym większa wychodzi długość linii brzegowej, bo uwzględniamy w pomiarze poszarpaną naturę krzywej.



8. Stoik fasolek



Czas trwania: 45 minut



Tryb: praca wspólna w 4 grupach



Materiały

- 4 stoiki tej samej objętości (300–500 ml) z zakrętką, zawierające jednakową liczbę elementów (ziaren fasoli, ciecierzycy, koralików, kawałków makaronu itp.)
- 10 kartek A4 (dla całej klasy)
- przybory piśmiennicze (które uczniowie mają w piórnikach)
- stoper (jeden dla całej klasy)
- 4 karteczki z numerami: 1, 2, 3 i 4 (złożone na pół do losowania)

Opcjonalnie

- waga kuchenna (jedna dla całej klasy)
- linijka (jedna dla każdej grupy)
- pusty stoik (jeden dla całej klasy)

Część I

Uczniowie siadają w grupach wokół odpowiednio ustawionych wcześniej ławek. Każda grupa otrzymuje jeden stoik z ziarnami fasoli (lub inną zawartością). Uczniowie mają 5 minut na oszacowanie liczby ziaren w stoiku. Wcześniej osoba prowadząca omawia obowiązujące zasady: nie wolno stoika odkręcić i opróżnić, ale można go oglądać, ważyć i mierzyć; uczniowie mogą swobodnie chodzić po klasie i rozmawiać z innymi. Następnie osoba prowadząca włącza stoper na 5 minut, a po upływie tego czasu mówi: STOP.

Kto uzna, że zna wynik, zapisuje go na leżącej na biurku pustej kartce A4, obok swojego imienia (np. Marta – 450). Część uczniów będzie potrzebowała zdjęcia wszystkich wypisanych wyników w dalszej części aktywności.

Opcjonalnie

Osoba prowadząca może również rozdać uczniom dodatkowe ziarna fasoli, żeby mogli wykonać własne pomiary, np. za pomocą wagi kuchennej.

Część II

Następnie osoba prowadząca hasłowo zapisuje na tablicy i omawia na forum klasy cztery kolejne zadania – po jednym dla każdej grupy.

1. Policzenie ziaren fasoli.
2. Zapisanie szacunkowych liczb wraz z imionami na osi liczbowej.
3. Uszeregowanie szacunkowych liczb.
4. Wyciągnięcie średniej ze wszystkich szacunków.

Policzenie ziaren fasoli

Pierwsza grupa liczy, ile ziaren fasoli zawierają stoiki. Ponieważ stoiki są cztery, uczniowie z tej grupy dzielą się tak, by każdy z nich policzył ziarna z jednego stoika. Wyniki zapisują na kartce wielkimi cyframi, żeby były widoczne z daleka.

Zapisanie na osi liczbowej szacunkowych liczb wraz z imionami

Siedzący obok siebie uczniowie z drugiej grupy dobierają się w trójki, a następnie w podzespołach rysują na kartce oś liczbową, na której zapisują szacunkowe liczby wraz z imionami.

Uszeregowanie szacunkowych liczb

Siedzący obok siebie uczniowie z trzeciej grupy dobierają się w trójki i w podzespołach zapisują na kartce szacunkowe liczby (wraz z imionami) od najmniejszej do największej – tak by można było potem szybko ustalić, czyj szacunek był najbliższy rzeczywistej liczby ziaren fasoli w stoiku.

Wyciągnięcie średniej ze wszystkich szacunków

Siedzący obok siebie uczniowie z czwartej grupy dobierają się w trójki i obliczają średnią ze wszystkich szacunkowych liczb zapisanych wcześniej przez klasę.

Część III

Po omówieniu zadań każda grupa losuje karteczkę z numerem: 1, 2, 3 lub 4, dzieli się na podzespoły i wybiera ich przedstawicieli. Przedstawiciele podzespołów z grup 2, 3 i 4 podchodzą do kartki z szacunkowymi wynikami i robią jej zdjęcie telefonem. Następnie wszystkie grupy wykonują wyznaczone im

zadania. Na koniec przedstawiciele podzespołów z każdej grupy ogłaszają na forum:

- wynik liczenia ziaren w stoikach (grupa 1),
- osobę, której szacunek był najbliższy tego wyniku (grupy 2 i 3),
- obliczone średnie i ewentualne niezgodności w obliczeniach podzespołów (grupa 4).

Zwycięzca szacunku najbliższego rzeczywistej liczbie ziaren fasoli w stoikach zostaje nagrodzony brawami.

Wskazówka

Podczas ogłaszania rzeczywistej liczby fasolek w stoiku można podkreślić atmosferę, imitując odgłosy werbli.

Warto zaangażować uczniów w przygotowanie materiałów potrzebnych do lekcji – mogą przynieść wagi kuchenne albo stoiki.



Materiał uzupełniający

[„Miary w dawnej Polsce”](#), artykuł dostępny online na stronie polskiedzieje.pl

[“Coastline Paradox: Most Up-to-Date Encyclopedia, News & Reviews”](#), artykuł dostępny online na stronie academic-accelerator.com

Załącznik 1. Przykłady do szacowania



Załącznik 2. Kontur Wielkiej Brytanii



Spis treści

Wstęp	2
Przewodnik po scenariuszu	4
Przebieg zajęć	6
Proponowane aktywności	7
1. Co to znaczy „sto”?	7
2. Wyścig z czasem	8
3. Ile to minuta?	9
4. Gra planszowa „Oszacuj garść”	10
5. Kartka wyższa niż ja	12
6. Klocki na wyścigach	14
7. Nieskończone granice	16
8. Stoik fasolek	18
Materiał uzupełniający	21
Załącznik 1. Przykłady do szacowania	22
Załącznik 2. Kontur Wielkiej Brytanii	23