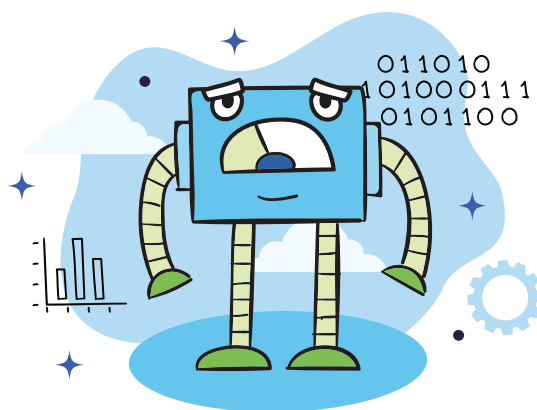




Komunikacja - odbieranie i interpretowanie danych



Zagadnienia informatyczne

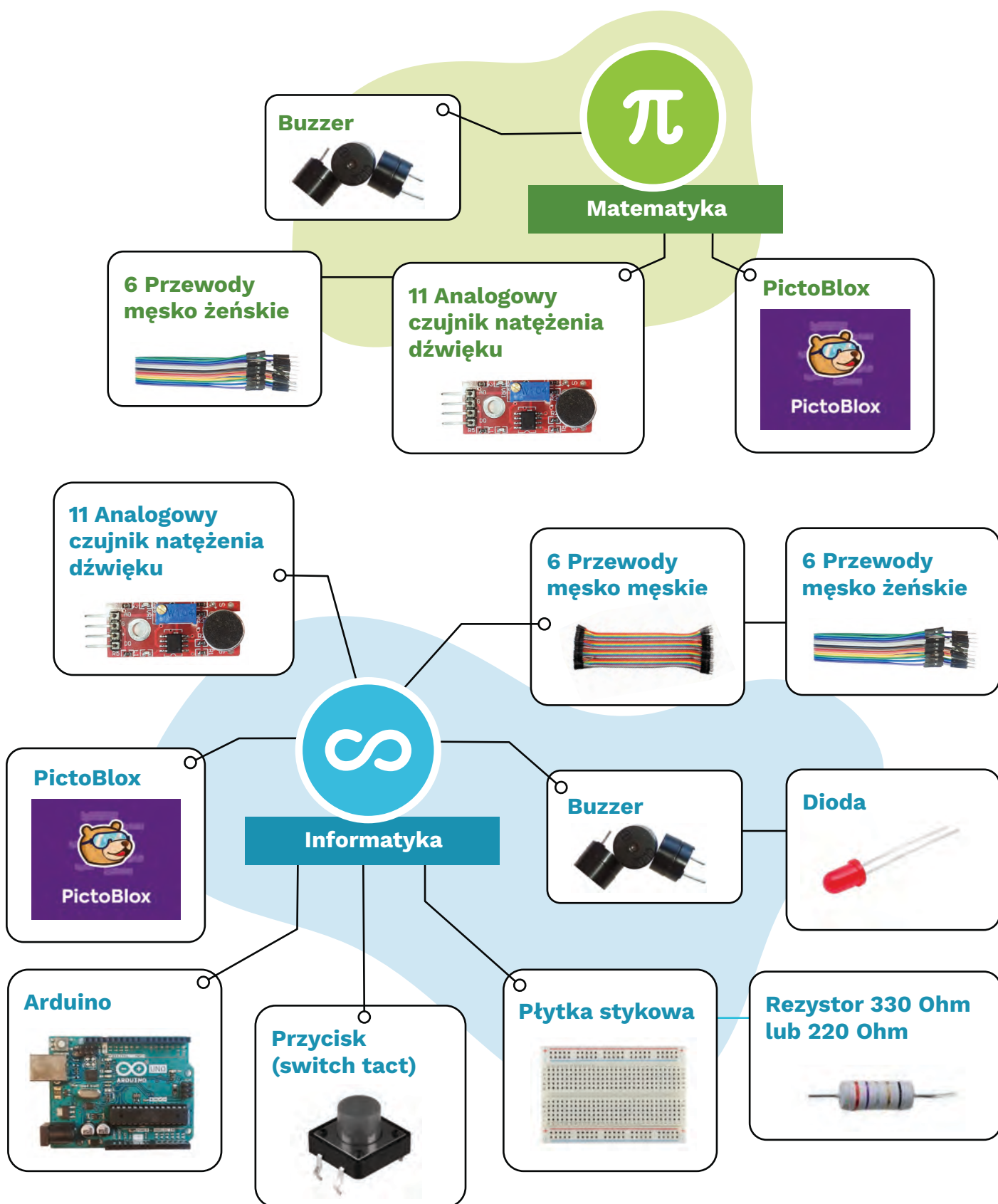
W tej części uczniowie poznają, w jaki sposób Arduino odbiera informacje z otoczenia za pomocą czujników analogowych i cyfrowych. Na przykładzie czujnika natężenia dźwięku dowiadują się, jak sygnały fizyczne są zamieniane na wartości liczbowe możliwe do przetwarzania przez mikrokontroler. Pracując w środowisku Pictoblox, uczniowie odczytują dane z czujnika, analizują zmiany natężenia dźwięku oraz tworzą program reagujący na przekroczenie ustalonego progu poprzez sterowanie diodą LED.



Zagadnienia matematyczne

Część matematyczna koncentruje się na analizie i prezentacji danych za pomocą wykresów. Uczniowie wykonują pomiary natężenia dźwięku w różnych warunkach, zapisują wyniki w tabelach oraz przedstawiają je na układzie współrzędnych. Na podstawie wykresów uczą się porównywać wartości, dostrzegać zależności między wielkościami oraz formułować wnioski dotyczące wpływu odległości i przeszkód na natężenie dźwięku.

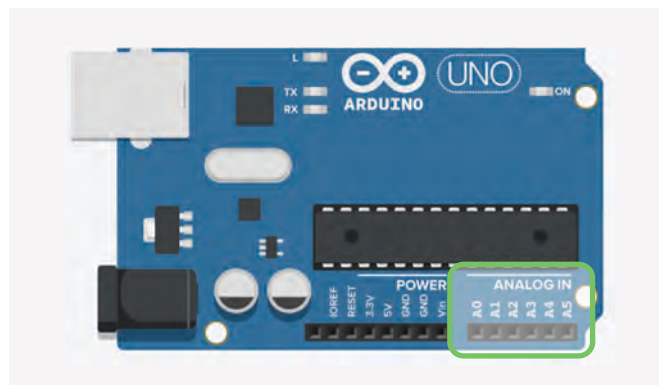
Co będzie potrzebne do module 3?



Poznajemy świat Arduino: Odbieranie sygnałów cyfrowych i analogowych

Czujniki analogowe i cyfrowe na przykładzie dźwięku

Aby Arduino mogło reagować na otoczenie, musi najpierw zebrać z niego informacje. Do tego służą czujniki - elementy, które zamieniają zjawiska fizyczne, takie jak dźwięk, światło czy temperatura, na sygnał elektryczny możliwy do odczytania przez mikrokontroler.



Rysunek 18
Arduino i piny analogowe A0-A5.

Czujniki mogą przekazywać informacje w sposób analogowy lub cyfrowy. W zależności od rodzaju sygnału podłączamy je do różnych pinów Arduino. Piny cyfrowe rozpoznają tylko dwa stany (0 lub 1 czyli np. jest hałas lub nie ma), piny analogowe pozwalają mierzyć napięcie w sposób ciągły (czyli mierzyć skalę tego hałasu).

Jak czujnik interpretuje otoczenie?

Arduino nie „słyszy” ani nie „widzi” - mierzy jedynie napięcie. Wbudowany przetwornik analogowo-cyfrowy zamienia to napięcie na liczbę z zakresu od **0 do 1023**, którą następnie możemy wykorzystać w programie. Dzięki temu możliwe jest nie tylko wykrycie, czy dane zjawisko występuje, ale także porównywanie jego natężenia i obserwowanie zmian w czasie.

Czy to decybelomierz?

Jednostką poziomu dźwięku jest decybel (dB), jednak opisywany czujnik nie jest decybelomierzem. Otrzymane liczby służą do porównywania zmian natężenia dźwięku, w praktyce pozwalają określić czy dźwięk jest cichszy lub głośniejszy.

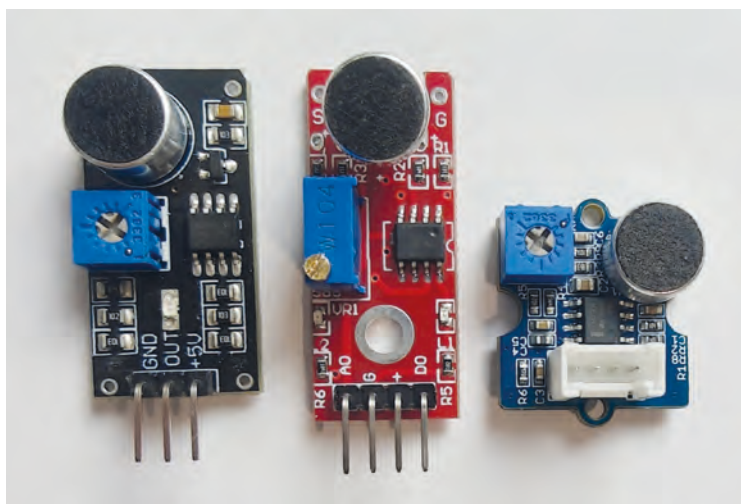
Czujnik natężenia dźwięku (Loudness Sensor)

Do odbioru dźwięku wykorzystamy czujnik natężenia dźwięku, czyli moduł, którego zadaniem jest rejestrowanie zmian głośności w otoczeniu. Wewnątrz czujnika znajduje się niewielki element mikrofonowy, który reaguje na drgania powietrza, a następnie zamienia je na sygnał elektryczny.

Podłączenie i piny czujnika dźwięku

Czujnik natężenia dźwięku może posiadać **trzy lub cztery piny**.

W zależności od sposobu podłączenia może on działać jako czujnik analogowy lub cyfrowy.



Rysunek 19

1) Czujniki natężenia dźwięku 1) cyfrowy 2) analogowy
3) analogowy Grove

- **GND** – do pinu GND na Arduino (masa),
- **5V** – do pinu 5V na Arduino (zasilanie),
- **OUT lub A0** – do jednego z pinów analogowych Arduino (np. A0). Czujnik przekazuje wówczas wartości z zakresu 0-1023,
- **D0** – wyjście do pinu cyfrowego (wtedy czujnik będzie mierzył zero jedynkowo czy dźwięk jest dostatecznie silny, a za pomocą potencjometru ustala się próg od którego momentu uznajemy dany dźwięk za duży i jest 1 a kiedy jest niski wtedy 0)



Potencjometr i regulacja czułości

Czujnik wyposażony jest w niebieski potencjometr, który pozwala regulować jego czułość. Nie służy on do dokładnego pomiaru głośności, lecz do dostosowania zakresu działania czujnika do warunków panujących w otoczeniu – np. do cichego lub hałaśliwego pomieszczenia.

- Gdy w otoczeniu jest głośno, potencjometr należy przekręcić w lewo – zmniejsza to czułość czujnika i zapobiega ciągłemu reagowaniu na hałas
- Gdy w otoczeniu jest cicho, potencjometr przekrecamy w prawo – zwiększa to czułość i pozwala wykrywać nawet słabsze dźwięki.



Zadanie 1

Jak zmierzyć
głośność w Arduino?
Czym jest
amplituda?

Jak zmierzyć głośność? Pomijając specjalistyczne, narzędzia do pomiaru dźwięku, takie jak **decybelomierz** (rys. 20) oraz stosowaną w nim jednostkę **decybel (dB)**, w praktyce to, czy dźwięk odbieramy jako głośny, czy cichy, zależy od otoczenia oraz **chwilowego wzrostu natężenia dźwięku**.

Przykładowo krzyk harcerza w cichym lesie będzie odbierany zupełnie inaczej niż ten sam krzyk w głośnej hali produkcyjnej.

Dlatego w tym ćwiczeniu skonstruujemy układ, który nie mierzy głośności w decybelach, lecz oblicza **amplitudę sygnału dźwiękowego**, czyli różnicę pomiędzy **najmniejszą** i **największą** wartością natężenia dźwięku zarejestrowaną w krótkim przedziale czasu.



Sprzęt:

- **Arduino Uno**
- **Czujnik dźwięku / mikrofon z wyjściem analogowym (AO)**
- **Przewody męsko-żeńskie lub męsko-męskie**
- **Komputer z pictoblox**
- **Opcjonalnie płytka stykowa**

Krok po kroku: Podłączenie Arduino

1. Podłącz czujnik dźwięku do Arduino.
Na module mikrofonu znajdziesz zwykle piny 1) VCC albo + albo 5V, kolejny to 2) GND albo G, następnie 3) AO albo OUT albo SIG i ostatni opcjonalny 4) D0 albo NC (nie będziemy go wykorzystywali)
 1. • **VCC** mikrofonu → **5V** Arduino
 2. • **GND** mikrofonu → **GND** Arduino
 3. • **AO** mikrofonu → **A0** Arduino
 4. Jeśli jest pin D0 to go nie podłączaj, nie będziemy wykorzystywać danych cyfrowych.
2. W przypadku systemu grove wystarczy tylko podłączyć kabel do wejścia A0 na płytce.

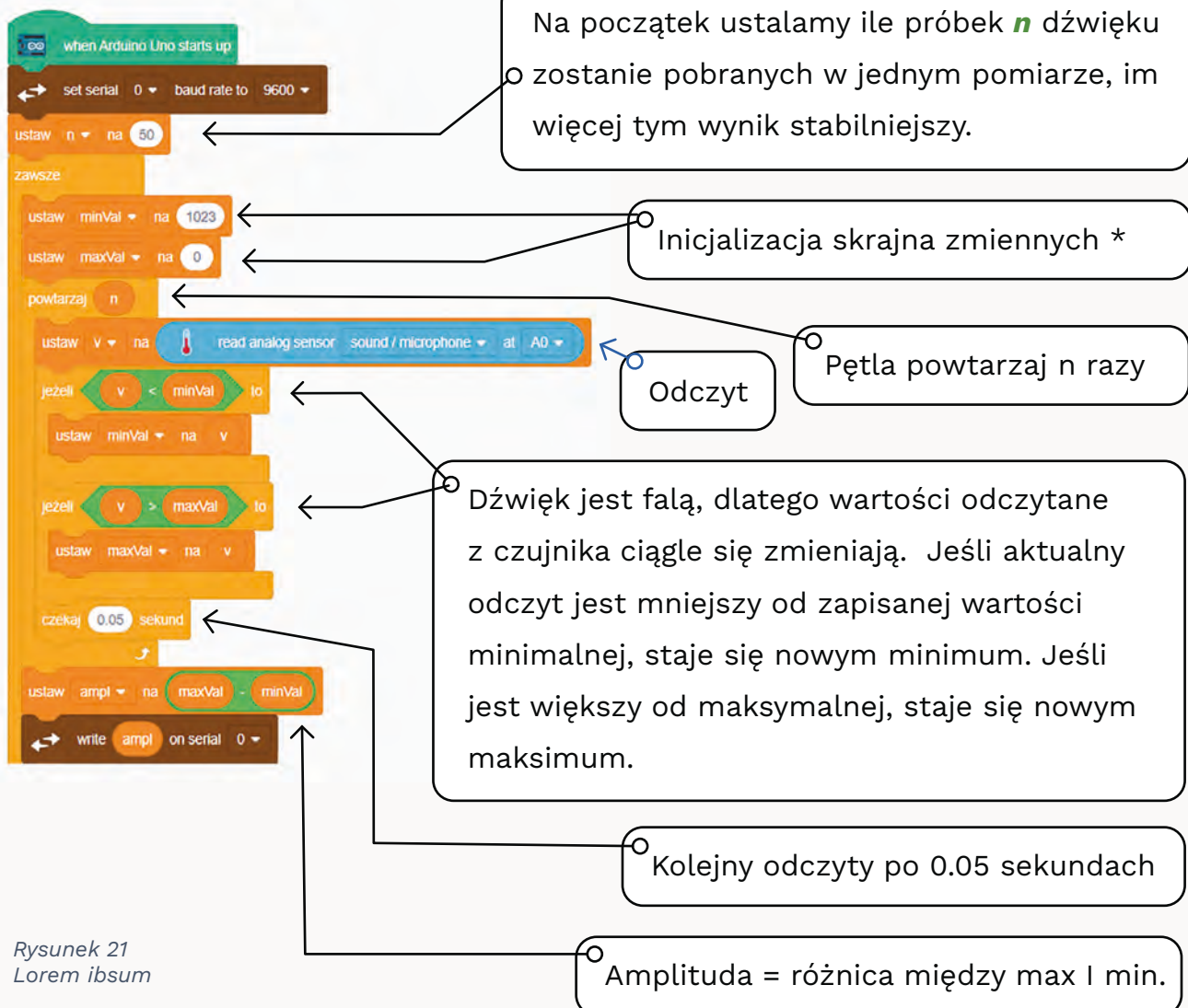
Rysunek 20
Decybelomierz i pomiar dźwięku w cichym pomieszczeniu. Drugi pomiar z uruchomionym buzzerem, podłączonym do linii 5V w Arduino.



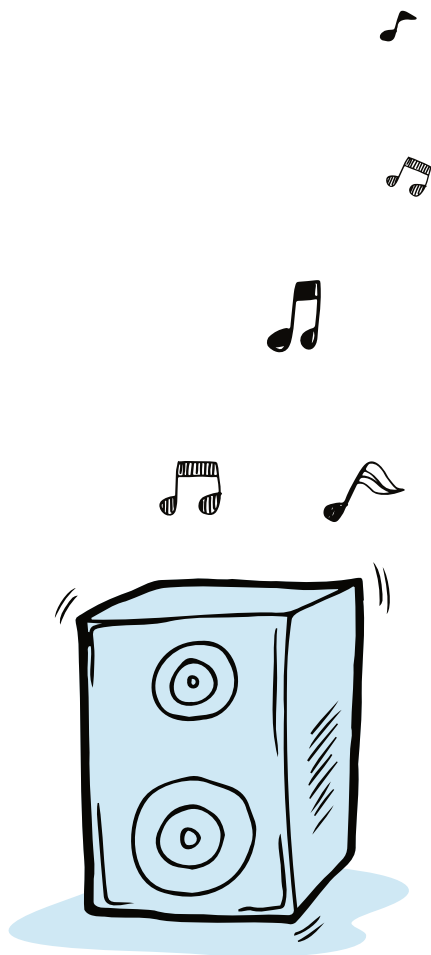
Krok po kroku: Pictoblox

1. Uruchom Pictoblox
2. Wybierz płytkę: Arduino Uno
3. Połącz z Arduino (Connect) i wybierz właściwy port
4. Ustaw Mode -> Upload
5. Wgraj program
moduł3informatykaćwiczenie1
6. Otwórz monitor portu szeregowego (Serial Monitor), aby obserwować wyniki

Krok po kroku: analiza kodu



Rysunek 21
Lorem ipsum



Pytania i dalsze eksperymenty

- Jak liczba próbek wpływa na obliczenia? Zmień n na inne wartości
- Porównaj różne źródła dźwięku
- Co się stanie jeśli zmienisz czas między próbkami, możesz ustawić bardzo krótkie interwały np. 0.001 s lub długie 0.1 s
- Wartości liczbowe pojawiające się na wyjściu mogą nie mówić dostatecznie dużo. Wprowadź dodatkowe „bloki jeżeli” i ustal kryteria kiedy jest cisza, średnio i głośno i zamiast liczb niech program wypisze głośność za pomocą tekstu.
- Czym jest błąd pomiarowy i jak można go minimalizować?

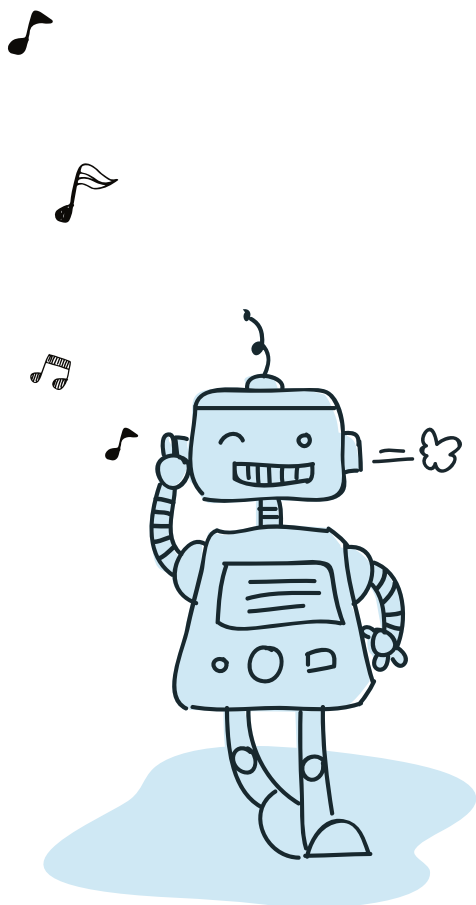


Zadanie 2

Sygnalizowanie gdy przekroczony zostanie próg dźwięku.

Niektóre urządzenia muszą reagować na zbyt głośny dźwięk. Może to być element monitoringu wykrywający włamanie, elektroniczna niania reagująca na płacz dziecka albo prosta sygnalizacja hałasu w pomieszczeniu. W tym ćwiczeniu rozbudujesz poprzedni projekt o diodę LED, która zapali się wtedy, gdy natężenie dźwięku przekroczy ustalony próg.





Sprzęt:

- **ten sam układ połączeń czujnika dźwięku (jak w ćwiczeniu 1),**
- **ten sam program bazowy mierzący amplitudę dźwięku (max–min),**
- **dodatkowo: diodę LED jako sygnalizator.**

Krok po kroku: Pictoblox

1. Podłącz diodę LED do Arduino.
W programie wzorcowym dioda jest sterowana z pinu D6.
2. W programie utwórz zmienną odKiedyGlosno (próg hałasu) i nadaj jej wartość startową. W programie wzorcowym próg ustawiono na 30, ale możesz dobrać inną wartość zależnie od warunków w sali.
3. Dopisz warunek:
 - 3.1. jeśli zmierzona amplituda dźwięku jest większa niż prog
→ dioda świeci,
 - 3.2. w przeciwnym razie
→ dioda gaśnie
4. Przetestuj działanie programu: cisza, mówienie, klaskanie, krzyk. Jeśli dioda reaguje zbyt często lub zbyt rzadko, zmień wartość progu.

W razie trudności możesz zajrzeć do kodu wzorcowego

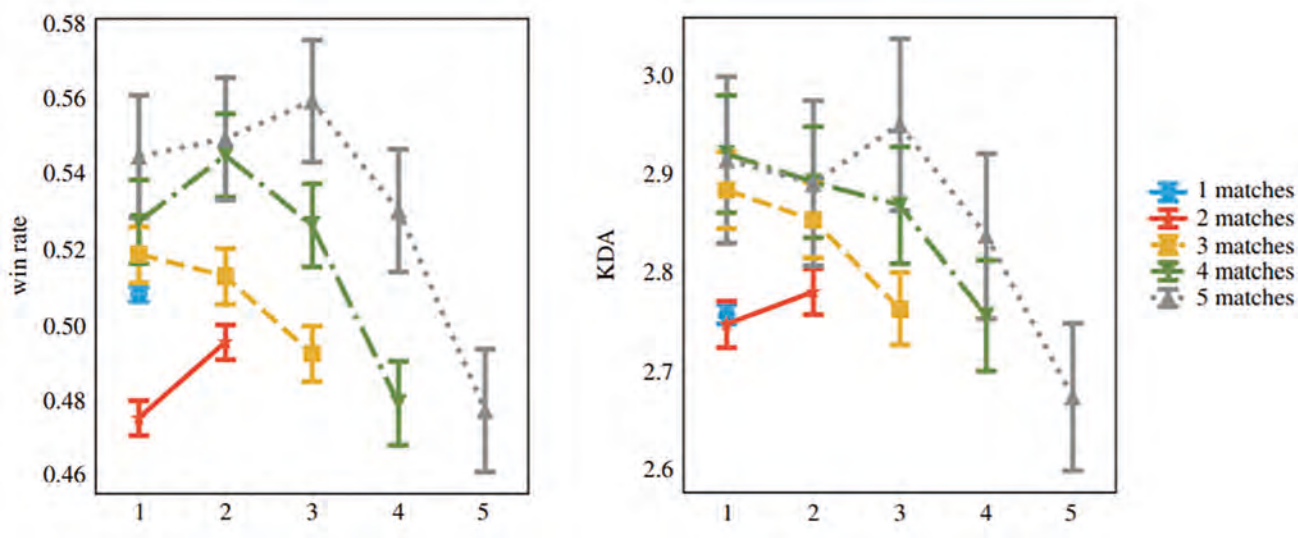
moduł3informatykaćwiczenie2 oraz skorzystać z filmu instruktażowego.

Odkrywamy matematykę: Wykresy i prezentacja danych

Po co są wykresy?

Wykres to sposób przedstawienia danych, który pozwala **zobaczyć zależność między dwiema wielkościami** i łatwiej ją zrozumieć. Dzięki wykresom możemy zauważyć m.in.:

- **czy wartości rosną czy maleją** oraz **jaki jest charakter tej zależności** (np. proporcjonalny lub odwrotnie proporcjonalny),
- **czy zmiany zachodzą powoli czy gwałtownie** (wykres może być łagodny lub stromy),
- **czy zależność jest liniowa** (ma kształt prostej) **czy nieliniowa** (krzywa – gdy tempo zmian nie jest stałe),
- **czy pojawiają się odstające pomiary**, które mogą wynikać z błędu pomiaru lub zakłóceń.



Wykres 1

Wykresy przedstawiające efektywność grania wraz z kolejnymi następującymi po sobie meczami,

źródło: Royal society open science, "Individual performance in team-based online games"

<https://royalsocietypublishing.org/rsos/article/5/6/180329/94231/Individual>





Badanie z 2018 roku, przeprowadzone na ponad 240 tysiącach gier *League of Legends*, pokazało, że efektywność gracza zależy od długości sesji grania. Najlepsze wyniki osiągane są zazwyczaj w drugim meczu, pierwszy pełni często funkcję rozgrzewki i też jest słabszy, natomiast od trzeciego meczu skuteczność zaczyna stopniowo spadać.

Dzięki wykresom możemy:

- **porównywać wyniki** (np. jak różne rozdzielczości zdjęć wpływają na tempo zapełniania pamięci),
- **wyciągać wnioski** (np. czy lepiej robić mniej zdjęć w wysokiej jakości, czy więcej w niższej),
- **przewidywać (prognozować)** (np. za ile dni zabraknie miejsca na karcie pamięci),
- **szacować wartości**, których nie zmierzaliśmy bezpośrednio (np. ile zdjęć zmieściłoby się przy innej rozdzielczości).



Wykres 2
Wykres prezentujący szacowany czas po którym zostanie zapełnione 30GB przestrzeni pamięci w zależności od rozdzielczości zdjęcia przy założeniu wykonywania 20 zdjęć dziennie.
Źródło:



Zadanie 1

Pomiar natężenia
dźwięku i zapis
na wykresie



Sprzęt:

- **Arduino Uno**
- **czujnik dźwięku / mikrofon z wyjściem analogowym (AO)**
- **buzzer (aktywny lub pasywny) jako źródło dźwięku**
- **przewody męsko-żeńskie**
- **kabel USB do Arduino**
- **komputer**
- **pictoblox**
- **linijka najlepiej 30 centymetrowa**

Krok po kroku: Podłączenie Arduino

1. Podłącz mikrofon analogowy – czujnik natężenia dźwięku bezpośrednio do przewodu męsko-żeńskiego (męskie złącze do Arduino, żeńskie do czujnika)
 - 1.1. • **VCC** + mikrofonu → **5V** Arduino
 - 1.2. • **GND** mikrofonu → **GND** Arduino
 - 1.3. • **AO** mikrofonu → **A0** Arduino
 - 1.4. Jeśli jest pin D0 to go nie podłączaj, nie będzie wykorzystywany w tym ćwiczeniu.
2. Podłącz buzzer (źródło dźwięku), wykorzystaj także złącza męsko-żeńskie, pamiętaj o polaryzacji
 - 2.1. Plus buzzera (dłuższy pin)



– D3 Arduino (pin PWM)

2.2. Minus buzzera – GND Arduino

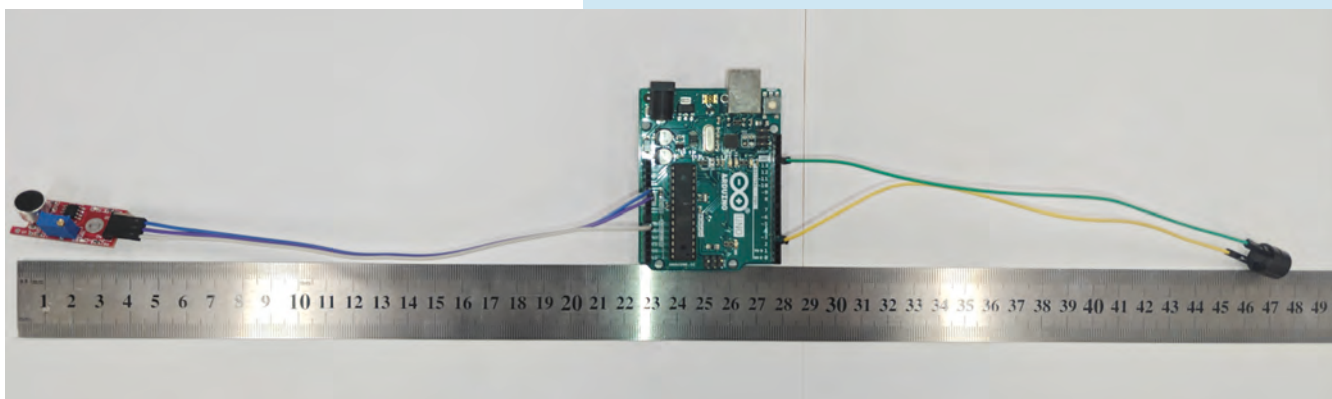
3. Podłącz Arduino do komputera za pomocą kabla USB

Krok po kroku: Pictoblox

1. Uruchom pictoblox
2. Połącz program z portem Arduino (connect)
3. W prawej części ekranu pictoblox wybierz Mode -> Upload
4. Będziesz mierzył natężenie dźwięku w różnych odległościach pomiędzy czujnikiem a źródłem dźwięku, przygotuj linijkę, umieść oba element elektroniczne możliwie daleko od siebie.
Typowe przewody pozwolą na uzyskanie nawet 40-45cm odległości (uważaj by nie doszło do rozłączenia, wystarczy wtedy ponownie wpiąć)
5. Na początek program zmierzy tzw szum otoczenia, będzie to punkt wyjścia
6. Spójrz na tabelę pomocniczą, wpisz do niej wartość maksymalnego oddalenia, którą możesz uzyskać. Następnie wpisz mniejsze wartości przykładowo każde mniejsze o 5cm aż do 0 czyli gdy buzzer dotyka mikrofonu



7. Co 10 sekund od uruchomienia będzie następował kolejny pomiar. Co 10 sekund zmniejszaj dystans np o 5cm w kierunku mikrofonu i zapisz wyniki pomiaru dźwięku do tabeli.
8. Załaduj program
Moduł3Matematykaćwiczenie1
i wykonaj pomiary wg wskazówki pkt 7
9. Gdy zbierzesz wszystkie pomiary odłącz Arduino od komputera.
10. Przenieś dane z tabeli na wykres.
11. Połącz kropki za pomocą linii prostych.



Rysunek XX
Lorem ibsum

Natężenie dźwięku								
Odległość								

Rysunek XX
Tabela xx lorem ibsum

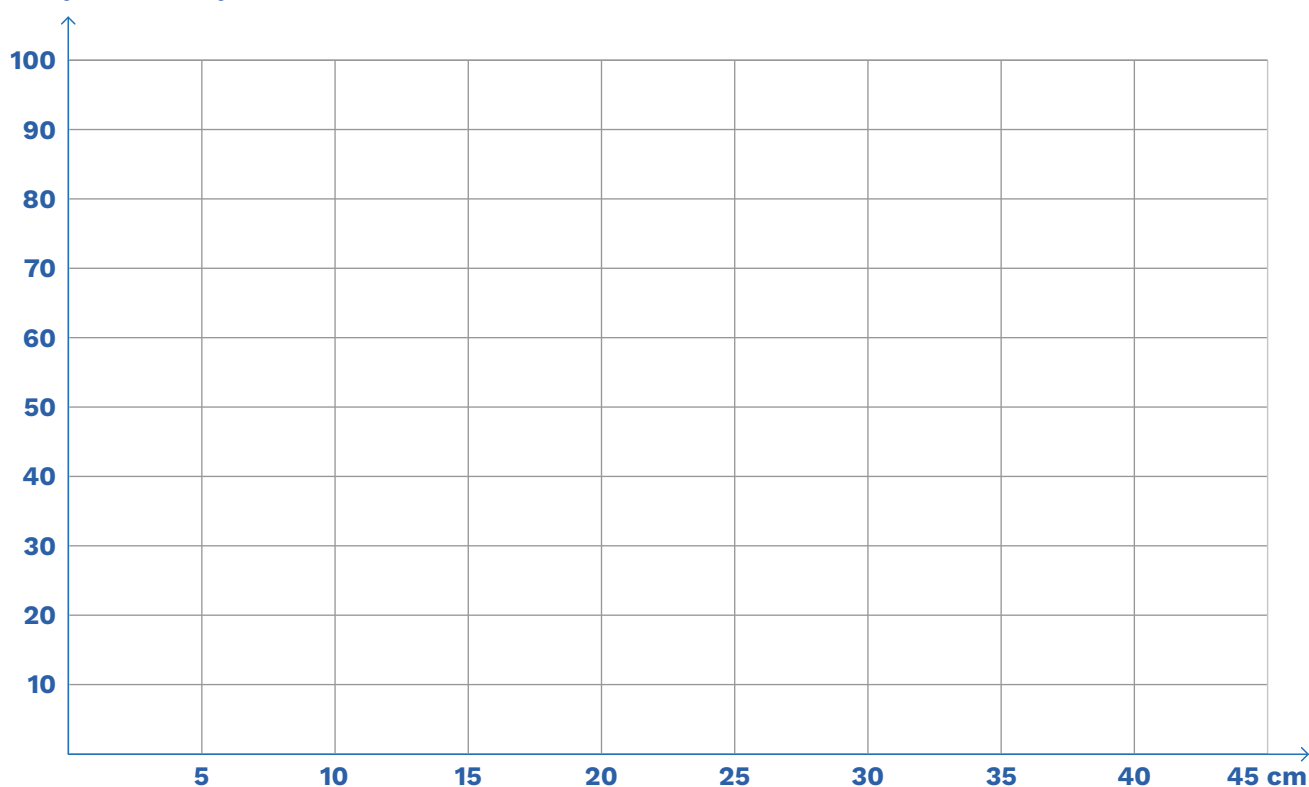


Ograniczenie zakresu pomiarów

Podczas wykonywania pomiarów nie zbliżaj źródła dźwięku (buzzera) do mikrofonu na odległość mniejszą niż około 1cm.

Przy bardzo małych odległościach czujnik rejestruje gwałtowne skoki sygnału, co prowadzi do uzyskania bardzo wysokich wartości, wykraczających poza skalę Y.

natężenie dźwięku



Rysunek 21
Tabela i wykres do ćwiczenia 1



Zadanie 2

Bariera dźwiękochłonna



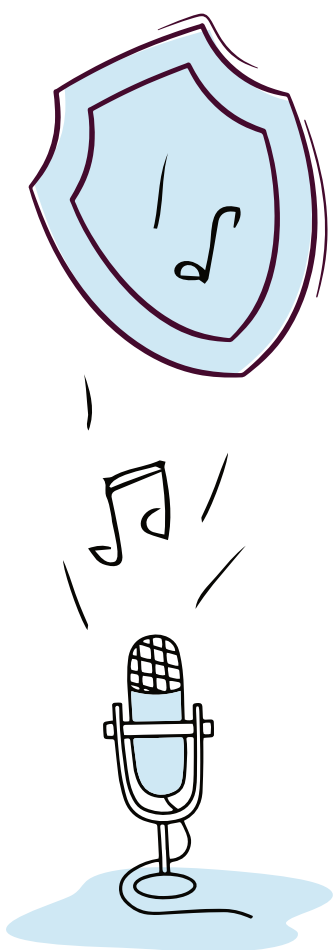
Rysunek XX
Tabela xx lorem ibsum

Przy wielu drogach i osiedlach mieszkaniowych montowane są specjalne **bariery dźwiękochłonne**. Ich zadaniem jest ograniczenie hałasu docierającego do domów znajdujących się w pobliżu ruchliwych tras. Choć takie ekrany nie zatrzymują dźwięku całkowicie, potrafią znacząco zmniejszyć jego natężenie.

W tym ćwiczeniu sprawdzisz, **czy przeszkoda ustawiona pomiędzy źródłem dźwięku a czujnikiem rzeczywiście wpływa na wynik pomiaru**. Zanim wykonasz pomiary, spróbujesz **przewidzieć**, jak zmienią się wartości na wykresie. Następnie porównasz swoje przewidywania z rzeczywistymi danymi zebranymi podczas eksperymentu.

Celem ćwiczenia nie jest uzyskanie idealnych wyników, lecz sprawdzenie, **na ile nasze prognozy zgadzają się z obserwacjami** oraz jak wykres pomaga analizować i porównywać dane.





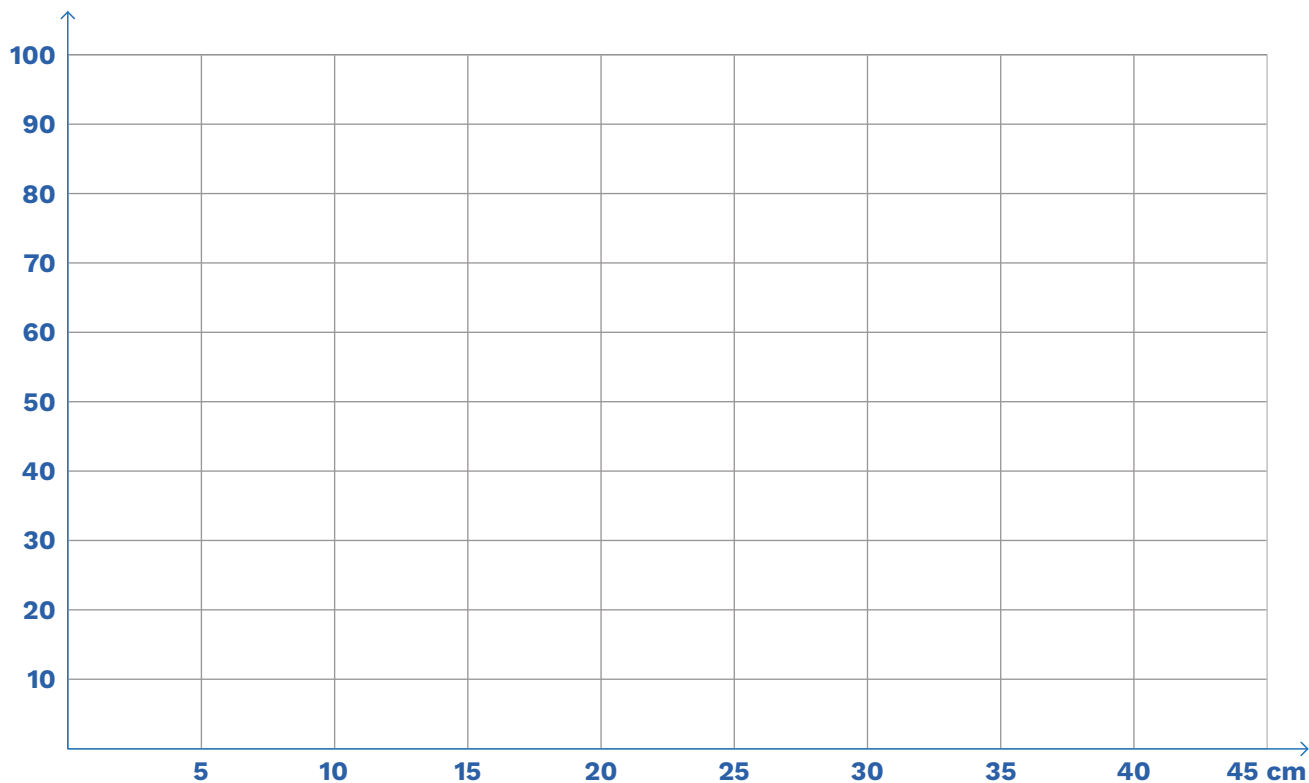
Przebieg ćwiczenia

1. Ćwiczenie jest w dużym stopniu analogiczne do poprzedniego, z tą różnicą że uczniowie ustawiają książkę przy czujniku dźwięku i najpierw na wykresie spróbują przewidzieć, prognozują, jakie będą wartości natężenia dźwięku w tych samych odległościach.
2. Na kartce z układem współrzędnych
 - 2.1. Zaznacz te same odległości co w poprzednim ćwiczeniu
 - 2.2. Narysuj przewidywany przebieg wykresu natężenia dźwięku
3. Ustaw przy mikrofonie “barierę dźwiękochłonną” np książkę
4. Uruchom program i zapisz wyniki pomiarów tak jak poprzednio najpierw do tabeli
5. Przenieś dane na wykres i porównaj swój przewidywany wykres z wykresem otrzymanym z pomiarów

Natężenie dźwięku								
Odległość								

Rysunek XX
Tabela xx lorem ipsum

natężenie dźwięku



Rysunek 22

Tabela i wykres do ćwiczenia 2 do zaznaczenia prognozowanych pomiarów i wyliczanych z barierą



Dlaczego natężenie dźwięku gwałtownie rośnie przy zbliżaniu się do źródła? Pomiar decybelomierzem wskazał 104 dBA, co jest porównywalne z pracą piły spalinowej albo młota pneumatycznego. Są to wartości niebezpieczne dla ludzkiego słuchu.

Natężenie dźwięku maleje wraz z odległością od źródła odwrotnie proporcjonalnie do kwadratu odległości.

- Czyli jeśli zmniejszymy odległość 2 razy, natężenie wzrośnie około 4 razy
- Jeśli zmniejszymy odległość 5 razy, natężenie wzrośnie 25 razy.



Pytania i dalsze eksperymenty

- Czy bariera dźwiękochłonna wpłynęła na wartość pomiarów?
- Czy bariery dźwiękochłonne przynoszą wyraźną korzyść w ochronie przed hałasem?
- Czy uzyskane wyniki były zgodne z Twoimi przewidywaniami?
- Dla których odległości różnica była największa, a dla których najmniejsza?
- Czy wielkość bariery i materiał z którego są wykonane ma wpływ na pochłanianie lub odbijanie dźwięku?



