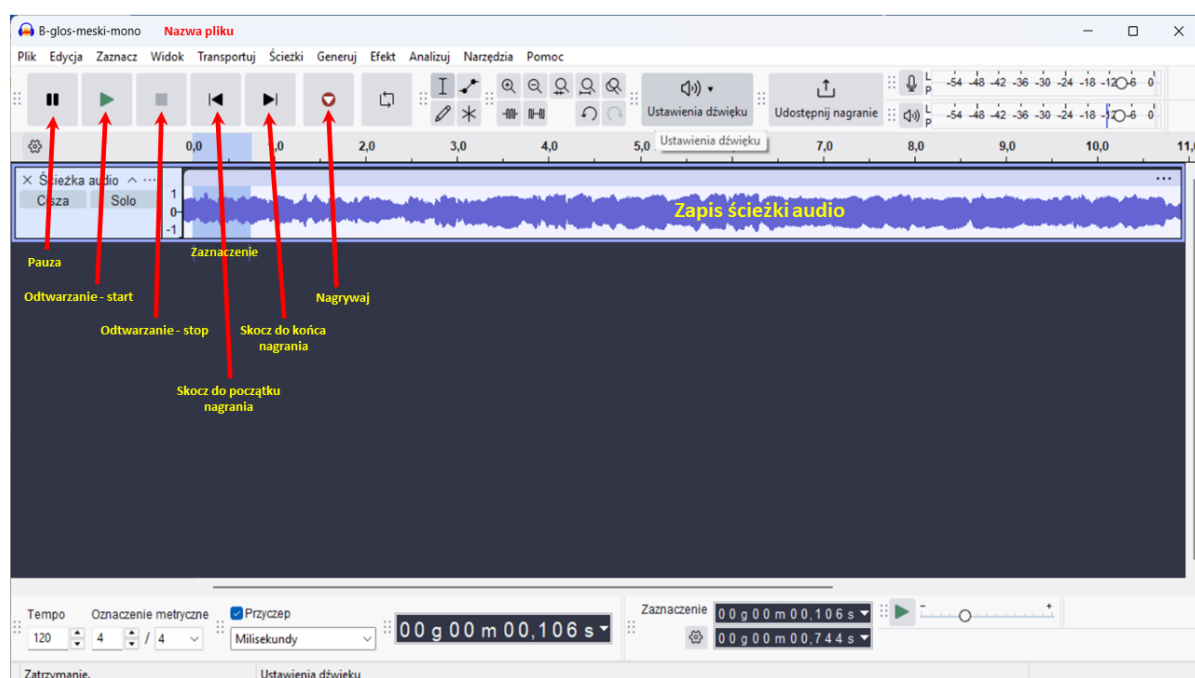


AKUSTYKA**UWAGA!****Przed przystąpieniem do wykonywania zadania**

- zapoznaj się z prezentacją pt. „Piski... Dudnienie... Skrzypienie... Drżenie – czyli o tym, co tak pięknie brzmi w naszych uszach... i mózgu” zawierającą teoretyczne wiadomości dotyczące tematu ćwiczeń. Poszczególne slajdy prezentacji są opatrzone narracją, efektami dźwiękowymi i fragmentami utworów muzycznych. Prosimy o cierpliwe ich wysłuchanie (prezentacja zamieszczona jest w MsTeams->PLIKI->AKUSTYKA).
- Na pulpicie komputera znajduje się skrót do programu Audacity oraz katalogu AKUSTYKA, w którym znajdują się wszystkie potrzebne materiały.
- Rejestracje wykonane na ćwiczeniach należy zapisywać do uprzednio przygotowanego folderu w katalogu Biotechnologia2425 (Pulpit->Biotechnologia2425): [Numer Grupy]-[Numer Pary]-[Data wykonania ćwiczenia]-[Godzina wykonania ćwiczenia] np. G1-P1-20250416-1330
- Każdy dźwięk należy zarejestrować w oddzielnym pliku.
- Aby zachować porządek, każdy plik z nagraniem należy nazwać w sposób umożliwiający identyfikację: [imię emitującego dany efekt]-[rodzaj dźwięku], np. Joanna-głos żeński zawyżony
- Zapoznaj się z podstawowymi jego funkcjami, tj.: odtwarzanie, pauza, nagrywanie, przewijanie (Zobacz Rysunek 1).



Rysunek 1: Interfejs programu AUDACITY. Podstawowe funkcje programu: odtwarzanie, nagrywanie, stop, pauza, poruszanie się w obrębie nagrania.

Zadanie 1. Analiza spektralna częstotliwości różnych źródeł dźwięku

Wprowadzenie

Dźwięk jest czuciem odbieranym przez narząd zmysłu słuchu wywoływanym, gdy podłużne drgania cząsteczek w środowisku zewnętrznym uderzają w błonę bębenkową. Podstawowymi cechami charakteryzującymi dźwięku są jego wysokość, która zależy od częstotliwości oraz głośność. Na ogół głośność dźwięku koreluje z amplitudą fali akustycznej a wysokość dźwięku z jej częstotliwością. Należy jednak brać pod uwagę, że wrażliwość zmysłu słuchu jest różna dla różnych częstotliwości fali akustycznej. Częstotliwość dźwięku słyszalna przez ucho ludzkie mieści się w zakresie od 20 do maksimum 20000 Hz. Przeciętnie narząd słuchu człowieka może odróżnić około 3000 częstotliwości, przy czym najłatwiej różnicuje dźwięki w zakresie 1000-3000 Hz, najtrudniej zaś dźwięki powyżej i poniżej tego zakresu. Intensywność dźwięku możemy wyrazić w skali decybelowej. Jest to logarytm stosunku jego natężenia do natężenia odniesienia i waha się w granicach od 0 dB (próg słyszalności) do powyżej 140 dB powyżej której może nastąpić uszkodzenie narządu słuchu. Dźwięki docierające do ucha ludzkiego rzadko mają postać czystych tonów, o tylko jednej, ściśle określonej częstotliwości. Przeważnie są to fale o złożonej postaci. Wzorce złożonej fali akustycznej regularnie powtarzanej są odbierane jako dźwięki muzyczne, natomiast fale dźwiękowe nie mające regularnego wzorca są odbierane jako hałas. Każdy dźwięk dochodzący do naszych uszu możemy scharakteryzować pod względem widma akustycznego, czyli wykresu zależności pomiędzy częstotliwością (Herc [Hz]) i poziomem natężenia dźwięku (decybel [dB]) odbieranych fal akustycznych. Przystępując do wykonania niniejszego zadania zakładamy, że odbierana subiektywnie wysokość dźwięku znajduje odzwierciedlenie w strukturze jego widma akustycznego.

Jednym z najczęściej stosowanych przez człowieka instrumentów muzycznych jest jego własny głos. Wyróżniamy kilka rodzajów głosów żeńskich męskich w zależności od emitowanych częstotliwości. Średnia skala głosu danego człowieka obejmuje 1,5 – 2 oktav. Podstawowe częstotliwości dla różnych typów głosów męskich i żeńskich są następujące:

- Głosy męskie:
 - Bas: 82 Hz (E2) – 330 Hz (E4)
 - Baryton: 98 Hz (G2) – 392 Hz (G4)
 - Tenor: 130 Hz (C3) – 523 Hz (C5)
 - Kontratenor: 220 Hz (A3) – 880 Hz (A5)
- Głosy żeńskie:
 - Alt: 175 Hz (F3) – 698 Hz (F5)
 - Mezzosopran: 220 Hz (A3) – 880 Hz (A5)
 - Sopran: 261 Hz (C4) – 1046 Hz (C6)
 - Sopran koloraturowy: 523 Hz (C5) – 2093 Hz (C7)

Zakresy częstotliwości mogą się nieco różnić w zależności od indywidualnych cech głosu każdej osoby i jej wytrenowania. Przykłady na stronach:

- <https://roadtorhythm.pl/blog/rodzaje-glosow-ludzkich/>
- <https://muzaisprzet.com/rodzaje-glosow/>

Cel zadania: analiza widma częstotliwości składowych dźwięków różnego pochodzenia.

Potrzebne do wykonania:

Komputer z wbudowanym lub zewnętrznym mikrofonem, słuchawki lub głośniki komputerowe, programy komputerowe: AUDIACITY i Microsoft Excel.

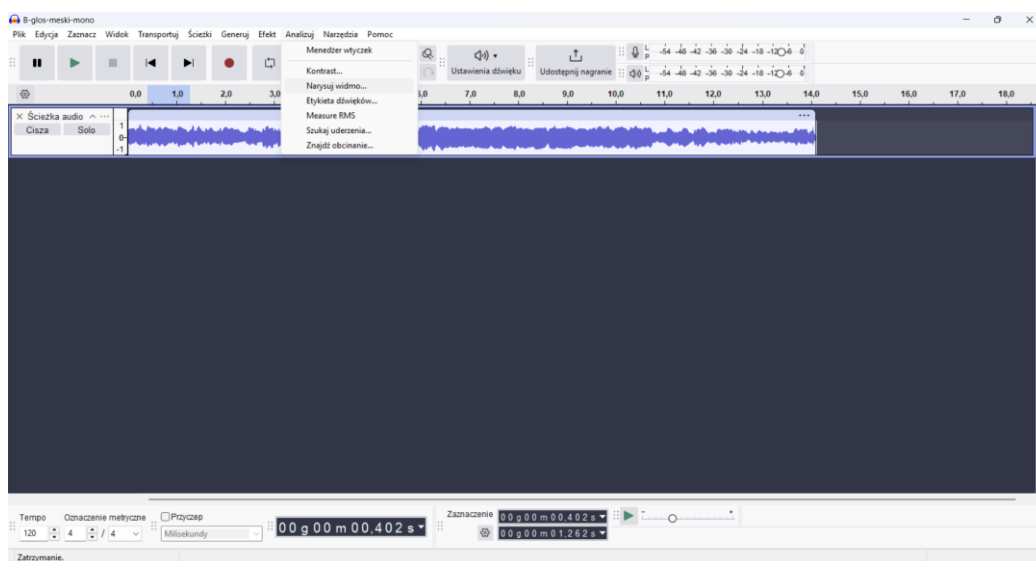
Przebieg zadania:

1. Uruchom program AUDIACITY.
2. Aby sprawdzić swoją znajomość programu wykonaj próbne nagranie:
 - Uruchom program AUDIACITY.
 - Włącz nagrywanie przyciskiem <nagrywaj>.
 - Wypowiedz słowa: „próba nagrania”. Zaobserwuj na ekranie tworzącą się ścieżkę audio. Sprawdź, czy sygnał się nagrywa.
 - Zatrzymaj nagrywanie przyciskiem <zatrzymaj>.
 - Zapisz plik (w utworzonym wcześniej swoim katalogu):
Wybierz Menu [Plik] – Wybierz opcję [Zapisz projekt] – Wybierz opcję [Zapisz projekt jako] – Po otwarciu okna [Zapisz projekt jako] wybierz folder utworzony przez Ciebie na początku ćwiczeń i w polu [Nazwa pliku] wpisz nazwę [Proba nagrania.aup] – wciśnij klawisz <Enter>
 - Odśłuchaj ścieżkę audio zarejestrowaną przez Ciebie w pliku [Proba nagrania.aup]. Sprawdź czy głośność i jakość nagrania, mają odpowiadać twoim predyspozycjom. Wszelkie zmiany wykonuj w ustawieniach komputera! Nie zmieniaj ustawień potencjometrów na samych głośnikach!
 - Zaznacz całość ścieżki audio przeciągając myszą z wciśniętym lewym klawiszem w prawą stronę, wzdłuż zapisu ścieżki (lub Ctrl+A).
 - Gdy cała ścieżka audio zostanie zaznaczona (zobacz niebieskawe zaciemnienie obszaru zaznaczenia na Rysunku 1), wykasuj ją wciskając klawisz <delete>.
 - Zamknij program wciskając znak [X] w prawym górnym rogu okna programu. Nie zapisuj zmian w pliku.
 - Otwórz okno menedżera plików z używanym przez Ciebie folderem i usuń utworzony plik.
3. Teraz przystąp do wykonywania właściwego doświadczenia. Ponownie uruchom program Audacity.
4. W pracowni znajdź dwa stelaże z przedmiotami emitującymi dźwięki („instrumentami”):
 - Stelaż nr 1 – sztaby i rury metalowe o różnej długości,
 - Stelaż nr 2 – różnokolorowe plastikowe rury nastrojone na dźwięki w zakresie jednej oktawy (gama C-dur: C4; D4; E4; F4; G4; A4; H4; C5),
5. Spośród wymienionych powyżej „instrumentów” wybierz 2 różniące się długością.
6. Każdy z emitowanych przez „instrument” dźwięk nagraj w osobnym pliku (Nowy plik= Ctrl+N). Przykłady nazwy plików: „sztaba metalowa krótka”; „rura plastikowa długa”, itp..
7. Dokonaj nagrania głosu ludzkiego. Nagraj śpiew samogłosek „AAAA–EEEE–YYYY”. Wszystkie samogłoski należy zaśpiewać na jednym (tym samym) tonie przez ok. 2 s z krótką przerwą pomiędzy. Nagranie wykonaj 3 razy zmieniając wysokość głosu:
 - głosem o wysokości, od której zaczynasz mówić – tzw. średnica głosu.
 - głosem świadomie zaniżonym – obniż swój głos najniżej jak dasz radę aby utrzymać go stabilnie na tym samym tonie (alt/bas).

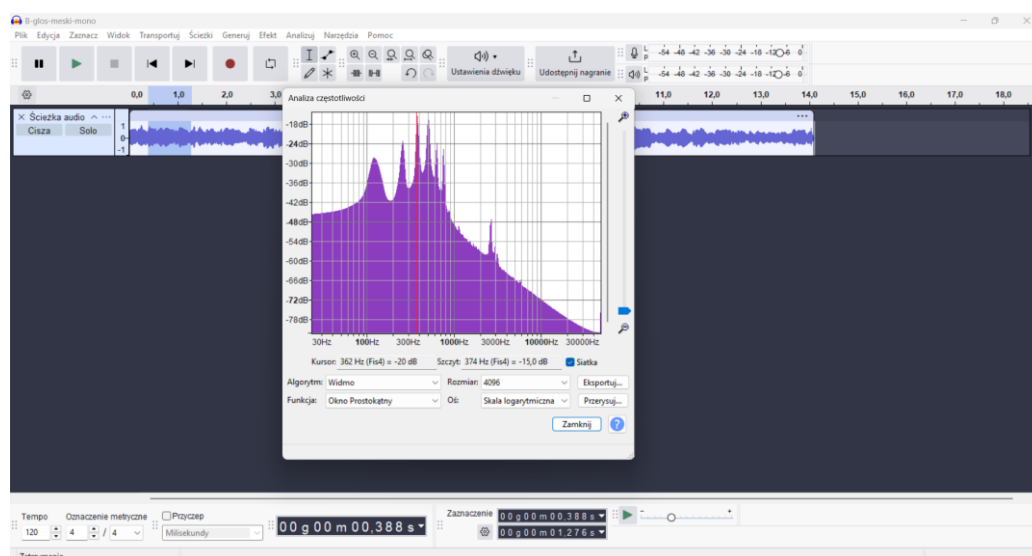
- głosem świadomie zawyżonym – podwyższ swój głos najwyżej jak dasz radę aby utrzymać go stabilnie na tym samym tonie (sopran/tenor).
8. Przed przystąpieniem do analizy danych odsłuchaj każdą z pięciu zarejestrowanych na ćwiczeniach ścieżek audio.

Analiza wyników

1. Przy użyciu aplikacji AUDIACITY dokonaj analizy widmowej częstotliwości zarejestrowanych uprzednio dźwięków:
 - Otwórz nagranie
 - Przeciągając kursorem myszy wzdłuż widocznej na ekranie ścieżki audio, równocześnie przytrzymując lewy klawisz myszy zaznacz 1-2 sekundowy fragment nagrania (lub Ctrl+A).
 - Rozpocznij tworzenie widma akustycznego (Rysunek 2). *Menu: Analizuj > Narysuj widmo*



Rysunek 2. Menu <Analizuj> programu AUDIACITY



Rysunek 3: Otwarte okno <Analiza częstotliwości> służące do odnajdywania peaków – czyli częstotliwości składowych fali akustycznych o największej głośności.

2. W oknie Analiza częstotliwości (Rysunek 3) wybierz następujące wartości: Algorytm – Widmo; Funkcja – Okno Prostokątny; Rozmiar – 4096; Oś – Skala logarytmiczna; Pole „Siatka” – zaznaczone.
3. Z wykresu widma akustycznego Wybierz 10 najbardziej widocznych na wykresie widma maksimów na wykresie (Peak=Maximum, Szczyt)
4. Najedź kursorem myszy kolejno na każde z tych maksimów. Konkretnie maksimum jest zaznaczone, gdy przecina je czerwona, pionowa linia. Po odnalezieniu wybranego maksimum zwróć uwagę na tekst okna „analiza częstotliwości”. Z prawej strony okna odczytaj oznaczoną słowem „Szczyt” maksymalną głośność dźwięku [dB] i odpowiadającą jej częstotliwość [Hz]
5. Dla każdego zarejestrowanego sygnału akustycznego sporządź tabelę według wzoru poniżej (Tabela 1):

Tabela 1: Nazwa sygnału akustycznego (tak, jak nazwa zarejestrowanego w programie AUDIACITY pliku z nagraniem)

Numer peak-u	Częstotliwość dźwięku [Hz]	Poziom natężenia dźwięku [dB]
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

6. Dane z tabeli 1 umieść na wykresie w programie MS Excel. Wykorzystaj załączony arkusz z makropoleceniami: C:\...\Akustyka\Excel-do-uzyskanych-danych\ Zadanie 1.xlsm Zanim wprowadzisz dane SKOPIUJ plik do swojego katalogu. Plik znajduje się również na platformie Ms Teams (PLIKI->AKUSTYKA; na wypadek przygotowywania opracowania w domu)

Arkusz Zadanie 1.xlsm pozwala na przedstawienie danych w postaci krzywej na wykresie o skali logarytmicznej i nałożenie ich na siebie na jednym wykresie.

Zwróć uwagę na to, że w Audacity skala decybelowa jest ujemna, ponieważ odnosi się do poziomu odniesienia, który jest maksymalnym możliwym poziomem sygnału w programie. Wartość 0 dB oznacza maksymalny poziom sygnału, a wartości ujemne wskazują na poziom poniżej tego maksimum. Nie ma to jednak znaczenia przy porównywaniu głośności fal akustycznych o określone częstotliwości, bo i tak poszukujemy tych najgłośniejszych – najbliższej sygnału maksymalnego dla programu.

7. Przeanalizuj sporządzone przez siebie wykresy i porównaj użyte przez Ciebie źródła dźwięku pod względem zakresu częstotliwości [Hz] (uwzględniając zakres słyszenia ucha ludzkiego – nie podawaj częstotliwości poniżej 16 Hz i powyżej 20 000 Hz) oraz poziom natężenia [dB] analizowanych dźwięków.
8. Porównaj barwę (widmo) poszczególnych samogłosek dla jednego, wybranego głosu. Zapisz wnioski.

Zadanie 2. Wpływ hałasu na odbiór bodźców akustycznych.**Wprowadzenie**

Jako hałas określamy każdy niepożądany dźwięk, który może być uciążliwy albo szkodliwy dla zdrowia. Z powodu maskowania dźwięków oznaczających niebezpieczeństwo ten rodzaj dźwięku może zwiększać ryzyko wypadku podczas pracy. Hałasy o poziomach przekraczających 130 dB (w szczególności hałasy impulsowe), których poziom narasta w sposób gwałtowny (np.: uderzenia pras, wystrzały z broni palnej) są czynnikami szczególnie niebezpiecznymi, gdyż mogą spowodować natychmiastową bezpowrotną utratę słuchu. Hałas niszczy nasze zdrowie. Już na poziomie powyżej 65 dB niepożądane dźwięki powodują wyraźne nasilenie stanów irytacji i napięć emocjonalnych. Ludzie narażeni na hałas mają częstsze objawy zakłóceń ze strony: układu krążenia, układu pokarmowego, układu ruchu, układu nerwowego. Hałas oddziałuje niekorzystnie przede wszystkim na sprawność naszego działania, szczególnie podczas wykonywania zadań wymagających skupienia uwagi. Wystrzały i wiele dźwięków emitowanych przez urządzenia używane przez człowieka są bardzo niebezpieczne dla zwierząt, ponieważ mają one zupełnie inny od nas zakres słyszanych częstotliwości. Mogą one wywołać rozdrażnienie a nawet ataki paniki i negatywnie wpłynąć na zdrowie zwierzęcia. Dlatego należy je chronić przed dźwiękami, z pozoru nieszkodliwymi dla człowieka, ale bardzo szkodliwymi dla nich.

Cel zadania: zbadanie wpływu szumów: białego i różowego na zdolność percepcji odsłuchanych ciągów liczb.

Potrzebne do wykonania:

Komputer z wbudowanym lub zewnętrznym mikrofonem, słuchawki lub głośniki komputerowe, programy komputerowe: AUDIACITY i Microsoft Excel.

Przebieg zadania:

1. Każda osoba badana ma do przesłuchania w sumie 4 nagrania: szum biały, różowy, oba na dwóch poziomach głośności szumu w stosunku do sygnału wyjściowego: 02, 06. Potrzebne pliki mp3 znajdują się w katalogu: C:\...\Akustyka\Zrodla\Liczby - szumy*.*
2. Aby przyzwyczaić się do brzmienia głosu lektora i jego dykcji i zorientować się w tempie czytania, możesz na początku przesłuchać kilku sekund nagrania bez szumu. Lektor w ciągu mniej więcej 2 minut przeczyta 50 ciągów złożonych z trzech liczb. Są one czytane w stosunkowo szybkim tempie ale każda „trójka” jest oddzielona od kolejnej krótką przerwą. Nie odtwarzaj całego nagrania, aby nie nauczyć się ciągów liczb na pamięć
3. Wszyscy członkowie grupy słuchają nagrań za pomocą zestawu głośników komputerowych i zapisują usłyszane liczby odręcznie na specjalnie przygotowanych formularzach. Należy, patrząc na niezadrukowaną stronę, złożyć je na pół wzdłuż długiej krawędzi i podczas zapisywania mieć w zasięgu wzroku jedynie część tabeli zatytułowaną „Zapisane przez osobę badaną”. Druga część „Wzór” zawiera prawidłowe przeczytane przez lektora liczby.

UWAGA!

Nie przestawaj zapisywać liczb nawet wtedy, gdy źle usłyszysz dany ciąg liczb. Pisz dalej cokolwiek. W czasie trwania czytania koniecznie musisz zapisać 150 liczb w 50 trzyliczbowych ciągach.

Analiza wyników

1. Po zakończeniu doświadczenia przepisz zapisane ciągi liczb do przygotowanego arkusza MS Excel z obsługą makropoleceń. C:\...\Akustyka\Excel-do-uzyskanych-danych\Zadanie 2.xlsx Podobnie jak w zadaniu 1. Przed wprowadzeniem danych SKOPIUJ plik do swojego katalogu. Plik znajduje się również na platformie Ms Teams (PLIKI->AKUSTYKA; na wypadek przygotowywania opracowania w domu)
2. Skoroszyt Excela z uruchomionymi makropoleceniami, służący do zapisywania ciągów liczb jest tak skonfigurowany, że po wpisaniu liczby i wciśnięciu klawisza <enter> kursor automatycznie będzie odnajdywać właściwy wiersz i kolumnę. Musisz skupić się tylko na klawiaturze – na używaniu właściwych klawiszy numerycznych od 0 do 9.
3. Gdy zakończysz wpisywanie, po wydaniu komendy CTRL-S wynik pokaże się automatycznie: ile liczb $x/150$ i jaki procent [%] liczb zostało zapisanych błędnie a ile prawidłowo.
4. Jeżeli nie posiadasz pliku MS Excel albo posiadane oprogramowanie nie pozwala na uruchomienie pliku MS Excel z opcją wykonywania makropoleceń, możesz porównać zapisane przez siebie 3-cyfrowe ciągi liczb ze „Wzorem” - czyli lewą kolumną wydrukowanego formularza, którego prawą kolumnę używałeś do zapisywania liczb. Oblicz ile z nich zostało podanych błędnie i oblicz procentowy udział błędnie zapisanych w stosunku do 150 stanowiących 100%. Wyniki zamieść w tabeli 2.

Tabela 2: Procent błędnie zapisanych liczb wysłuchanych w nagraniach zakłóconych szumami o różnej intensywności

Poziom szumu	Procentowy udział liczb zapisanych błędnie dla sygnału z szumem:	
	Białym	Brązowym
2		
6		

5. W używanym do zapisu danych arkuszu programu MS Excel skonstruuj wykres składający się z dwóch serii: Szum biały; Szum różowy. Na osi X (poziomej) oznacz poziom szumu: 2, 6. Na osi Y (pionowej) oznacz procentowy udział ciągów zapisanych błędnie w stosunku do wszystkich zapisanych przez osobę badaną ciągów liczb.
6. Przeanalizuj uzyskane wykresy i biorąc pod uwagę liczbę popełnionych błędów, określ swoją podatność na szumy biały i różowy o dwóch intensywnościach.
7. Określ, który z szumów ma najbardziej negatywne działanie.