

# mVIBE

## BEZPRZEWODOWY CZUJNIK DRGAŃ

wersja 20180201





## 1. WAŻNE INFORMACJE DLA UŻYTKOWNIKA

Symbole bezpieczeństwa używane:



**Uwaga! Aby bezpiecznie posługiwać się przyrządem należy przeczytać odpowiednie uwagi i zalecenia zawarte w instrukcji.**



**Uwaga! Ryzyko porażenia prądem elektrycznym.**

Urządzenie pomiarowe mVIBE zostało zaprojektowane i wykonane zgodnie z przepisami w zakresie bezpieczeństwa. Niemniej jego bezawaryjne działanie i niezawodność podczas użytkowania mogą zostać zapewnione wyłącznie poprzez stosowanie się do ogólnych zasad bezpieczeństwa oraz szczegółowych wskazówek dotyczących bezpieczeństwa zawartych w niniejszej instrukcji.

Alitec nie ponosi w żadnym przypadku odpowiedzialności za jakiegokolwiek szkody w szczególności: bezpośrednie, pośrednie lub następcze, w tym utratę zysków, poniesienie dodatkowych kosztów, niemożność korzystania z produktu, będące wynikiem funkcjonowania lub awarii urządzenia, nawet w przypadku, gdy informacja o możliwości ich wystąpienia została przekazana. Powielanie zawartości niniejszej instrukcji, w całości lub w części, bez pisemnego zezwolenia Alitec jest zabronione.

Używanie urządzenia w sposób inny niż zgodny z przeznaczeniem oraz opisany w instrukcji obsługi może stanowić zagrożenie lub prowadzić do jego uszkodzenia. Przed przystąpieniem do przeprowadzenia pomiarów należy uważnie przeczytać instrukcję obsługi.

Użytkowanie w warunkach środowiskowych niezgodnych ze specyfikacją może prowadzić do obniżenia poziomu bezpieczeństwa i pogorszenia parametrów użytkowych. W szczególności należy zwrócić uwagę na możliwość kondensacji pary wodnej w przypadku przeniesienia urządzenia z chłodnego do ciepłego środowiska pracy.



Jednym z zastosowań urządzenia jest pomiar drgań maszyn i urządzeń. W przypadku pomiaru parametrów urządzeń zasilanych napięciem wyższym niż 60 VDC, 30 VAC<sub>rms</sub> lub posiadających części ruchome należy zachować szczególną ostrożność.

Jeśli urządzenie uległo uszkodzeniu, działa w sposób niezgodny z instrukcją obsługi lub przez dłuższy okres czasu przebywało w warunkach środowiskowych innych niż wyspecyfikowane, należy bezwzględnie zaprzestać jego użytkowania. Ponowne użycie jest możliwe po przeprowadzeniu prac serwisowych przez producenta.

Urządzenie należy czyścić miękką szmatką. W razie potrzeby można stosować delikatne detergenty (np. płyn do mycia naczyń).



Nie należy korzystać z urządzenia jeśli którykolwiek z jego elementów został uszkodzony. Dotyczy to w szczególności zasilacza sieciowego.

## 2. OCHRONA ŚRODOWISKA



Urządzenie podlega dyrektywie WEEE 2012/19/UE w sprawie zużytego sprzętu elektrycznego i elektronicznego. Symbol przekreślonego kosza oznacza, że produkt musi być utylizowany oddzielnie i powinien być dostarczany do odpowiedniego punktu zbierającego odpady. Nie należy go wyrzucać razem z odpadami gospodarstwa domowego.

W celu uzyskania bliższych informacji, należy skontaktować się z przedstawicielem firmy lub lokalnymi władzami odpowiedzialnymi za zarządzanie odpadami.

### 3. ZGODNOŚĆ Z OBOWIĄZUJĄCYMI PRZEPISAMI

Firma Alitec deklaruje zgodność systemu pomiaru drgań mVIBE z przepisami obowiązującymi na terenie UE, w szczególności:

Dyrektywami:

2014/53/EU (RED)

2011/65/UE (RoHS)

Normami:

PN-EN 60950-1:2007 +A11:2009 +A1:2011 +A12:2011 +A2:2014

PN-EN 62311:2010

ETSI EN 301 489-1 V2.1.1

ETSI EN 301 489-17 V3.1.1

ETSI EN 300 328 V2.1.1

## 4. SPIS TREŚCI

1.	WAŻNE INFORMACJE DLA UŻYTKOWNIKA .....	3
2.	OCHRONA ŚRODOWISKA .....	5
3.	ZGODNOŚĆ Z OBOWIĄZUJĄCYMI PRZEPISAMI .....	6
4.	Spis treści .....	7
5.	Bezprzewodowy czujnik drgań mVIBE .....	9
6.	SPECYFIKACJA TECHNICZNA .....	11
7.	Oprogramowanie mVIBE .....	13
8.	Uruchomienie programu mVIBE w celach testowych .....	14
9.	Analiza poziomu drgań .....	15
10.	Analiza poziomu drgań w programie mVIBE .....	18
11.	Analiza poziomu drgań w programie mVIBE .....	22
12.	Kreator analiz wykorzystujący normy .....	23
13.	Analiza przebiegu czasowego .....	25
14.	Opcje wykresów, markery (kursory) .....	27
15.	Analiza częstotliwościowa sygnału .....	29
16.	Zmiana kierunku mierzonych drgań .....	33
17.	Przetwornik pomiarowy .....	35
18.	Mocowanie czujnika .....	36

19.	Wpływ sposobu mocowania czujnika na zakres częstotliwości.....	38
20.	Podłączenie czujnika mVIBE do urządzenia mobilnego .....	39
21.	Konfiguracja punktu dostępowego w urządzeniu mVIBE, przywrócenie ustawień .....	43
22.	Kalibracja wzmacnienia .....	44
23.	Ładowanie akumulatora .....	45
24.	Wyłączenie urządzenia, wyłączenie sprzętowe .....	46



## 5. BEZPRZEWODOWY CZUJNIK DRGAŃ mVIBE

Bezprzewodowy czujnik mVIBE przeznaczony jest do pomiaru drgań różnego typu obiektów, w tym części ruchomych maszyn, ich elementów konstrukcyjnych, a także obiektów budowlanych.

Podstawowym źródłem sygnału są akcelerometry piezoelektryczne mierzące drgania w dwóch kierunkach. Ich doskonałe parametry w połączeniu z 24-bitowym przetwarzaniem sygnału pozwalają uzyskać dokładne wyniki pomiarów bez konieczności zmiany zakresów pomiarowych. Szerokie pasmo częstotliwości (0,5 Hz do 20 kHz) zaspokaja wymagania większości aplikacji związanych z oceną stanu technicznego oraz diagnostyką uszkodzeń maszyn i konstrukcji budowlanych. Pomiar o mniejszej dokładności, w przestrzeni 3D, w zakresie częstotliwości od 0 Hz do 1,5 kHz można wykonać wbudowanym czujnikiem MEMS. Wraz z żyroskopem mikromaszynowym pozwala on określać dynamiczne zmiany położenia czujnika mVIBE w przestrzeni. Możliwości pomiarowe uzupełnia mikrofon ultradźwiękowy rejestrujący dźwięk w zakresie do 65 kHz. Stanowi on doskonałe narzędzie do wykrywania uderzeń występujących w uszkodzonych łożyskach i przekładniach. Każde urządzenie wyposażone jest we wszystkie wymienione czujniki MEMS. Będą one aktywowane w czerwcu 2018 roku.

Informacja pomiarowa z czujnika mVIBE poprzez interfejs WiFi przesyłana jest do smartfonu lub tabletu. Wraz z dedykowanym oprogramowaniem pełni on rolę interfejsu użytkownika. Ogromna moc obliczeniowa, ekran wysokiej rozdzielczości wraz z przemyślanymi rozwiązaniami programistycznymi gwarantują łatwą i niezwykle efektywną analizę sygnałów drgań emitowanych przez ruchome części badanych obiektów.

Czujnik zasilany jest z wbudowanego akumulatora Li-Ion. Jego duża pojemność gwarantuje 8 godzin ciągłej pracy urządzenia (pomiar ciągły z transmisją danych).

Czujnik mocowany jest do obiektu przy użyciu magnesu lub poprzez gwint M6. Jako opcja, dostępny jest magnes przeznaczony do instalacji czujnika na powierzchniach zaokrąglonych oraz stożek pomiarowy umożliwiający pomiar drgań na elementach wykonanych z materiałów niemagnetycznych.

mVIBE współpracuje z dedykowanym oprogramowaniem o tej samej nazwie, dostępnym w Google Play. Bezpłatny program oferuje podstawową funkcjonalność, obejmującą: pomiar poziomu drgań (przyspisenie, prędkość, przemieszczenie; RMS, 0-p,

p-p) w określonym przez użytkownika paśmie częstotliwości, prezentację przebiegu czasowego (1 sek.) oraz widma drgań (rozdzielczość 1Hz). Wynik pomiarów mogą zostać zapisane w pamięci urządzenia mobilnego w postaci pliku graficznego lub tekstowego (format CSV). Zaawansowane opcje uwzględniające zapis danych pomiarowych w bazie danych lokalizacji oraz możliwość prowadzenia pełnej diagnostyki stanu technicznego obiektów oferuje program mVIDIA. Szczegółowe informacje dostępne są na stronie internetowej producenta [www.alitec.pl](http://www.alitec.pl) lub [www.drgania.com.pl](http://www.drgania.com.pl).

## 6. SPECYFIKACJA TECHNICZNA

Typ czujnika drgań	2 x akcelerometr piezoelektryczny, ceramika PZT, tryb ścinania (shear mode)
Zakres pomiaru przyspieszenia drgań	$\pm 50$ g (inne jako opcja)
Zakres częstotliwości mierzonych drgań	zakres częstotliwości (-3dB): 0,4 ... 21000 Hz zakres częstotliwości (10%): 0,8 ... 10500 Hz
Typ przetwornika analogowo-cyfrowego	$\Delta\Sigma$
Rozdzielczość przetwornika analogowo-cyfrowego	24 bity
Całkowity poziom szumów	0,8 mg <sub>RMS</sub> (dane dla zakresu $\pm 50$ g, $f_{out} = 65,536$ kHz, zakres częstotliwości 25,6 kHz)
Efektywna częstotliwość próbkowania sygnału ( $f_{out}$ ) (częstotliwość aktualizacji danych wyjściowych)	maksymalnie 65,536 kHz
Wbudowane filtry	dolnoprzepustowy filtr analogowy Butterwortha, częstotliwość graniczna $f_{3dB\ high} = 68$ kHz górnoprzepustowy filtr analogowy pierwszego rzędu, częstotliwość graniczna $f_{3dB\ low} = 0,5$ Hz (tylko tryb AC) dolnoprzepustowy cyfrowy filtr antyaliasingowy, liniowa faza, częstotliwość graniczna regulowana automatycznie do wartości $f_{3dB\ high} = 0,49f_{out}$ ( $f_{0,005dB\ high} = 0,39f_{out}$ , $f_{-100dB\ high} = 0,54f_{out}$ )
Interfejs komunikacyjny	IEEE802.11b/g/n WiFi, WPA2 Zakres częstotliwości 2,4 do 2,4835 GHz, maksymalna moc transmitowana 19.5 dBm@11b, 16.5 dBm@11g, 15.5 dBm@11n
Protokół komunikacyjny	ATC MESbus
Warunki pracy	temperatura $-5..+50^{\circ}C$ ; wilgotność: 10..90% RH
Stopień ochrony	IP65, obudowa pyłoszczelna, odporna na strugi wody z dowolnego kierunku (dla zasłoniętego kanału mikrofonu umieszczonego w złączu gwintowanym)
Oprogramowanie	mVIBE, mVIDIA, VIDIA opcjonalnie: API, funkcje sterujące Matlab, funkcje programowe dostosowane do aplikacji
Zasilanie	wbudowany akumulator Li-Ion 3,7V/1200mAh wraz z zintegrowaną ładowarką 5V/550mA czas pracy pomiędzy ładowaniami dla nowego urządzenia do 8h (praca ciągła) wbudowane mechanizmy oszczędzania energii i zabezpieczenia akumulatora przed przeciążeniem lub całkowitym rozładowaniem
Montaż	Za pomocą złącza z gwintem zewnętrznym M6, dołączony magnes płaski
Wymiary geometryczne i masa	40 x 40 x 32 mm (SxGxW), 95 g

Ze względu na niestanny rozwój naszych produktów, powyższa specyfikacja może ulec zmianie bez powiadomienia.



## 7. OPROGRAMOWANIE MVIBE

mVIBE jest podstawowym programem współpracującym z bezprzewodowym czujnikiem drgań. Jego funkcjonalność obejmuje wyznaczanie wartości skutecznej (RMS), szczytowej (0-p) i międzyszczytowej (p-p) przyspieszenia, prędkości oraz przemieszczenia drgań w określonym paśmie częstotliwości.

Dla każdego z parametrów sygnału możliwe jest wyświetlenie widma częstotliwościowego. Jego analizę ułatwiają markery: pojedyncze, harmonicznym oraz wstęp bocznych. Rozdzielczość obrazu widma prezentowanego w programie mVIBE wynosi 1 Hz. Uzyskanie wyższych rozdzielczości (do 0,0625 Hz) jest możliwe w programie mVIDIA.

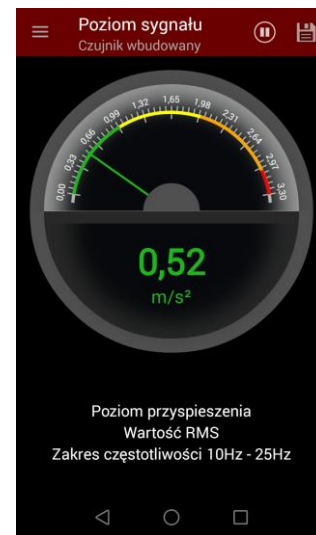
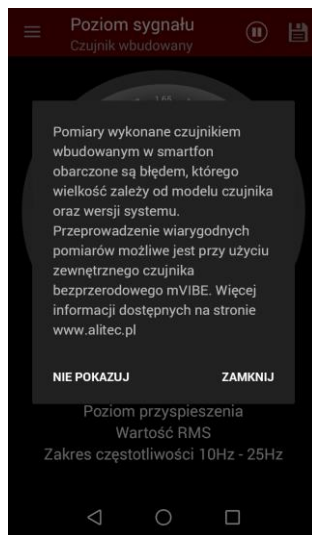
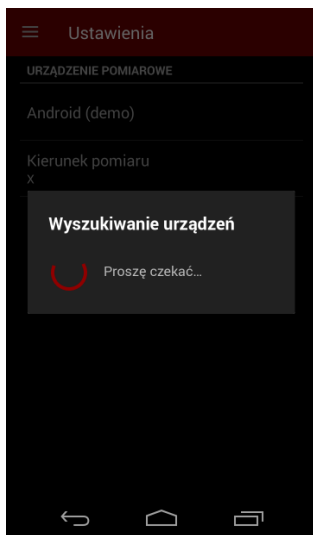
Funkcjonalność oprogramowania uzupełnia możliwość wyświetlenia aktualnego przebiegu czasowego.

Prezentowane wyniki analiz mogą być zapisywane w postaci pliku graficznego lub tekstowego, w formacie CSV. Plik graficzny może zostać bezpośrednio umieszczony w raporcie z pomiarów. Plik tekstowy umożliwia dalszą analizę wyniku np. w arkuszu kalkulacyjnym.

Program mVIBE po pobraniu z GooglePlay i zainstalowaniu na urządzeniu mobilnym może wykorzystywać sygnał pochodzący z akcelerometrów wbudowanych w urządzenie mobilne. Rozwiązanie to umożliwia zapoznanie się z programem. Należy zwrócić uwagę, że czujniki te **mierzą drgania w zakresie częstotliwości do maksymalnie kilkudziesięciu Hz, posiadają liniową odpowiedź w wąskim zakresie amplitud i częstotliwości, nie są kalibrowane**. Oznacza to, że **wykonanie wiarygodnych pomiarów drgań przy pomocy urządzeń mobilnych nie jest możliwe**. Niektóre urządzenia mobilne nie udostępniają informacji o częstotliwości próbkowania sygnału drgań, co uniemożliwia właściwe określenie parametrów pomiaru i funkcjonowanie oprogramowania.

Przeprowadzenie wiarygodnych pomiarów drgań w zakresie częstotliwości oraz z dokładnością zgodnymi z obowiązującymi normami oraz stosowanymi metodami oceny stanu technicznego i diagnostyki maszyn wymaga użycia zewnętrznego czujnika mVIBE.

## 8. URUCHOMIENIE PROGRAMU MVIBE W CELACH TESTOWYCH



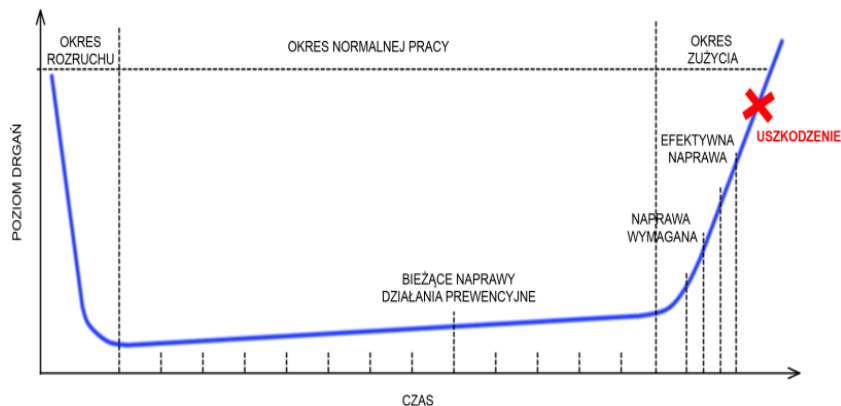
Program mVIBE dostępny jest w do pobrania z GooglePlay. Po instalacji na urządzeniu mobilnym, przy pierwszym uruchomieniu, program automatycznie łączy się z czujnikiem wbudowanym w smartfon. Dostarczona informacja pomiarowa pozwala sprawdzić funkcjonalność pomiaru i wykonać przybliżone pomiary i analizy drgań z użyciem smartfonu.

W czasie pierwszego uruchomienia wyświetlana jest informacja o ograniczonej dokładności pomiarów wykonanych akcelerometrami wbudowanymi w smartfon. Fakt ten wynika ze stosowania czujników o wąskim paśmie częstotliwości i niskiej rozdzielczości.

Pierwszą z wyświetlanych analiz jest wartość skuteczna przyspieszenia drgań. Program automatycznie dostosuje zakres częstotliwości do możliwości czujników wbudowanych w urządzenie mobilne.

## 9. ANALIZA POZIOMU DRGAŃ

Wszystkie maszyny zawierające elementy ruchome drgają. Zjawisko to występuje także w przypadku maszyn nowych. Rozwijaniu się uszkodzeń podzespołów takich maszyn towarzyszy wzrost sił z jakimi poruszające się elementy oddziałują na inne części maszyny (łożyska, obudowy, podpory). Efektem jest obserwowany wzrost poziomu drgań o określonych właściwościach. Zwiększająca się ilość energii rozpraszanej wewnątrz maszyny przy dużym stopniu degradacji podzespołu prowadzi do lokalnego wzrostu temperatury (widocznego np. w obrazie termowizyjnym).



Powyższy wykres pokazuje, jak zmienia się wartość odpowiednio dobranego parametru sygnału drgań. Jego obserwacja pozwala wykryć pojawiające się uszkodzenie, a także śledzić jego rozwój.

Doboru parametru i wartości kryterialnych dokonuje się na podstawie obowiązujących norm (np. PN-ISO 10816) oraz znanych metod diagnostycznych. Niekiedy, opracowanie jednoznacznych reguł oceny stanu technicznego urządzenia wymaga zebrania doświadczeń związanych z wibroaktywnością jego poszczególnych podzespołów, z uwzględnieniem warunków pracy oraz aktualnego stanu technicznego poszczególnych podzespołów. Błędem jest porównywanie poziomów uzyskanych dla różnych prędkości obrotowych, obciążeń, a w wielu przypadkach także temperatur.

Parametry drganiowe, które należy stosować dla określonych podzespołów lub maszyn podają normy (PN-ISO, VDI, DIN). Niekiedy zawarte są one w dokumentacji techniczno-ruchowej urządzenia. Warto zwrócić uwagę na dedykowane parametry uszkodzeń

(m.in. wskaźniki uszkodzenia łożysk, wartości estymat dla sygnału drgań w określonych pasmach częstotliwości, kurtoza, współczynnik szczytu).

Ważnym elementem oceny stanu maszyny jest obserwacja trendu zmian wartości wybranych parametrów w czasie. Warto rozpocząć ją dla maszyny nowej lub po zakończeniu prac remontowych, kiedy rzeczywisty stan techniczny maszyny i jej poszczególnych podzespołów jest znany.



# KLASYFIKACJA BIEŻĄCYCH WARTOŚCI PARAMETRÓW PRACY (np. TEMPERATURA, DRGANIA)

## ESTYMATY PUNKTOWE

DTR

NORMY

TRENDY

DOŚWIADCZENIE

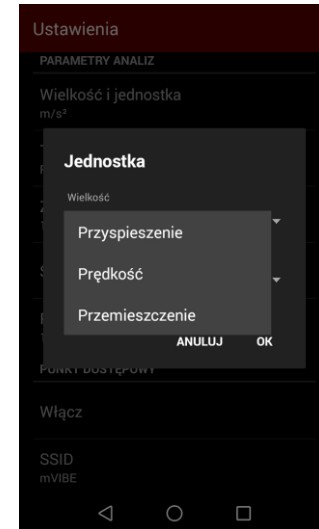
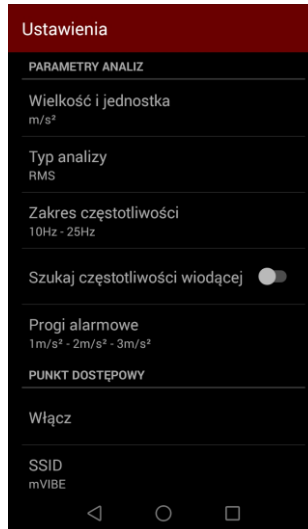
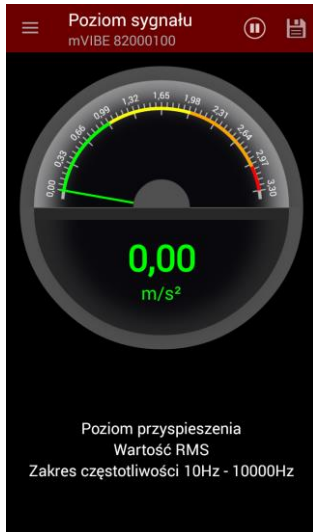
## PARAMETRY DEDYKOWANE


WARTOŚCI GRANICZNE

TRENDY

DOŚWIADCZENIE

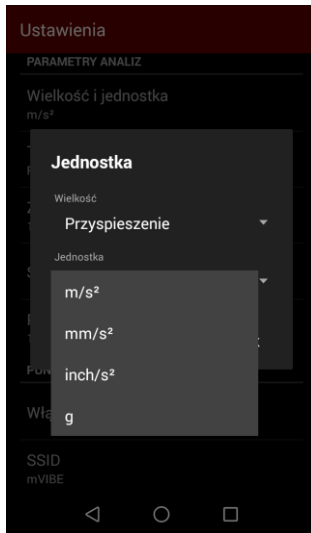
## 10. ANALIZA POZIOMU DRGAŃ W PROGRAMIE MVIBE



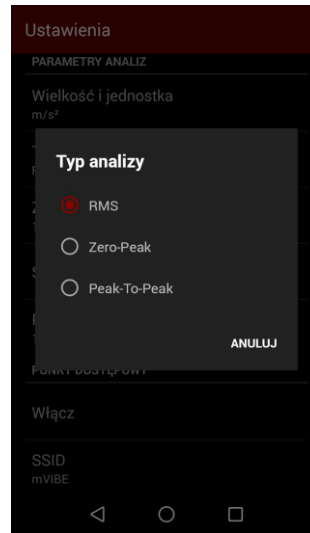
Podstawową analizą programu mVIBE jest wyznaczenie określonego przez użytkownika poziomu (parametru) drgań. Program posiada konfigurację domyślną analiz, która jest aktywna po jego zainstalowaniu. W celu określenia własnych parametrów, wybierz przycisk , a następnie polecenie *USTAWIENIA*.

Poszczególne parametry analizy możesz zmienić wskazując nazwę każdego z nich.

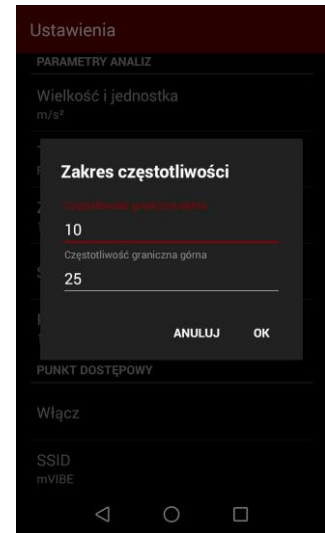
Wybierając opcję *Wielkość i jednostka* możesz zdecydować jaka wielkość fizyczna zostanie wyznaczona z sygnału drgań. mVIBE może przeliczać przyspieszenie drgań na prędkość oraz przemieszczenie.



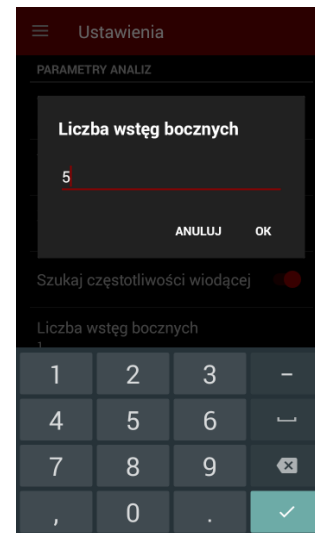
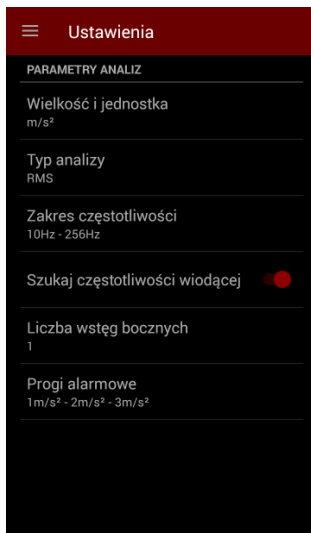
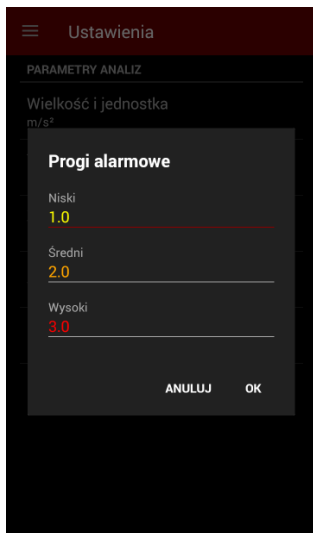
Dla każdej z wielkości fizycznej określ także w jakiej jednostce chcesz obserwować wynik.



Wybierając kolejną opcję z menu ustawień ustaw typ analizy. Program pozwala wyznaczyć wartość skuteczną (RMS), wartość szczytową (0-p, amplituda), wartość międzyszczytową (p-p).



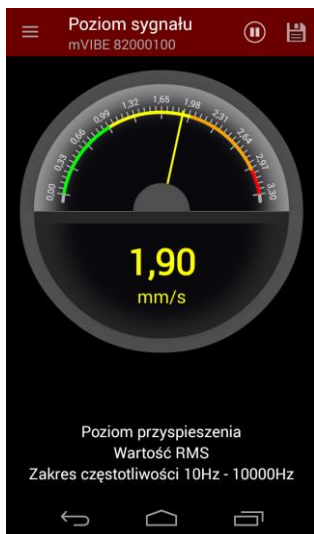
Zgodnie z przyjętym kryterium oceny stanu technicznego podzespołu (norma, DTR) określ zakres częstotliwości, w którym zostanie wyznaczony parametr drgań.



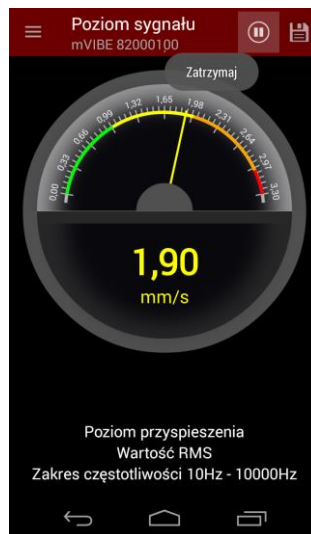
Wpisz także odpowiednie wartości progów alarmowych.


mVIBE posiada funkcję wyszukiwania w zadeklarowanym paśmie częstotliwości i wyznaczania poziomu składowej częstotliwościowej (harmonicznej) sygnału drgań o największej amplitudzie. Odpowiada za nią opcja *Szukaj częstotliwości wiodącej*. W przypadku jej włączenia określ, jak szerokie pasmo częstotliwości zostanie uwzględnione w obliczeniach poziomu najwyższej harmonicznej.

Jest to konieczne, ponieważ rozdzielczość analizy częstotliwości w programie mVIBE wynosi 1 Hz. Jeśli wartość dominującej częstotliwości jest inna niż całkowita, zgodnie z teorią energia sygnału obserwowana w widmie drgań rozkłada się na sąsiednie prążki. W praktyce wartość parametru dobrze ustawić na wartość 3 lub 5.

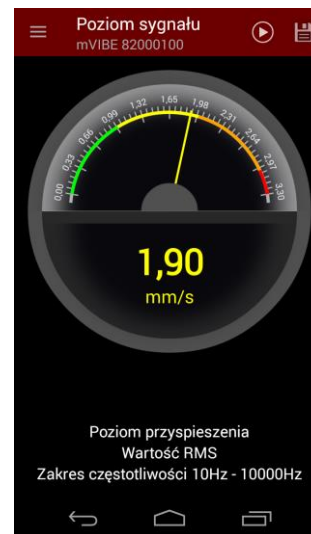



Skala wskaźnika zegarowego dostosowuje się automatycznie do aktualnej wartości wyniku analizy. Odpowiednimi kolorami zaznaczone są na niej zdefiniowane progi alarmowe. Wyświetlana wartość liczbowo zmienia swój kolor w zależności od przekroczenia kolejnych wartości progowych. Przekroczeniu ostatniego progu towarzyszy sygnał dźwiękowy.



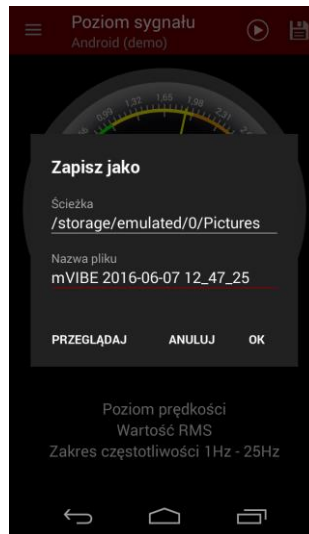
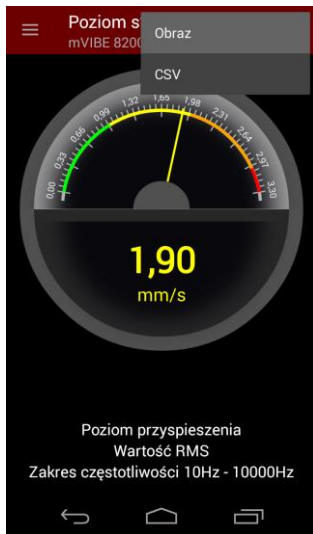
Po uzyskaniu stabilnego wyniku, pomiar możesz zatrzymać wybierając przycisk  na górnym pasku programu.


Pamiętaj, że w czasie pomiaru zmiany poziomu drgań w pewnym zakresie są normalne. Powodowane są one chwilową zmianą obciążenia maszyny, drganiami innych obiektów lub części maszyn, zdudnieniami, itp.



Pomiar możesz ponownie włączyć przyciskiem .

## 11. ANALIZA POZIOMU DRGAŃ W PROGRAMIE MVIBE



Wybierając przycisk  możesz zapisać wynik pomiaru. Odnosi się to także do przebiegu czasowego oraz widma sygnału drgań.

Program pozwala na utworzenie pliku graficznego lub tekstowego (format CSV odczytywany przez arkusze kalkulacyjne).

Możesz wskazać lokalizację w pamięci urządzenia, w której zostaną zapisane pliki, a także nadać plikowi dowolną nazwę.

Pliki możesz zgrać z urządzenia mobilnego podłączając je do komputera lub wysyłając pliki na dysk sieciowy.


## 12. KREATOR ANALIZ WYKORZYSTUJĄCY NORMY

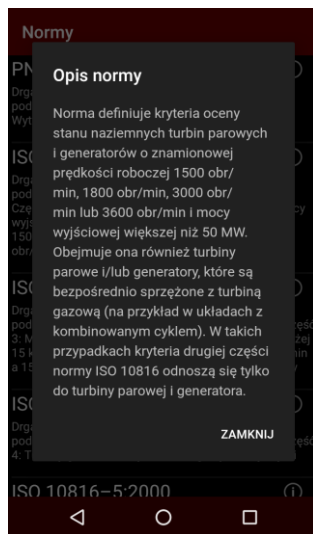


Oprogramowanie mVIBE soft posiada wbudowany kreator analiz bazujący na wybranych normach wykorzystywanych w ocenie stanu technicznego maszyn różnych typów. Ułatwia on rozpoczęcie pracy z narzędziami do oceny stanu technicznego maszyn i diagnostyki uszkodzeń, a tym samym wdrożenie utrzymania ruchu bazującego na predykcji.


Należy pamiętać, że zgodnie z zapisami wielu norm, zawarte w nich kryteria oceny stanu technicznego maszyn, w szczególności przedziały częstotliwości analizowanego sygnału drgań, wartości progowe oraz przynależność maszyn do poszczególnych grup nie powinny być traktowane jako gwarantowane. Zaleca się, aby w pierwszej kolejności były one ustalane na podstawie dokumentacji techniczno-ruchowej badanej maszyny.

Warto zwrócić uwagę, że aplikacja wykorzystuje jedynie kryteria oceny stanu maszyn zdefiniowane w wybranych normach. Szczegółowe zalecenia i wskazówki dotyczące interpretacji zawarte są w ich treści. Zaleca się, aby przed rozpoczęciem badań dokładnie zapoznać się z pełnym tekstem stosowanych norm.

W celu wyświetlenia dostępnych norm, po naciśnięciu przycisku menu , wybierz polecenie *NORMY*.



Lista norm zawiera ich poszczególne oznaczenia oraz nazwy.

Po wybraniu przycisku  możesz wyświetlić krótką charakterystykę wybranego standardu przybliżając obszar jego stosowania.

Po wskazaniu pola nazwy interesującej Cię normy program otwiera formularz, w którym musisz uzupełnić informacje o badanej maszynie wymagane przez normę.

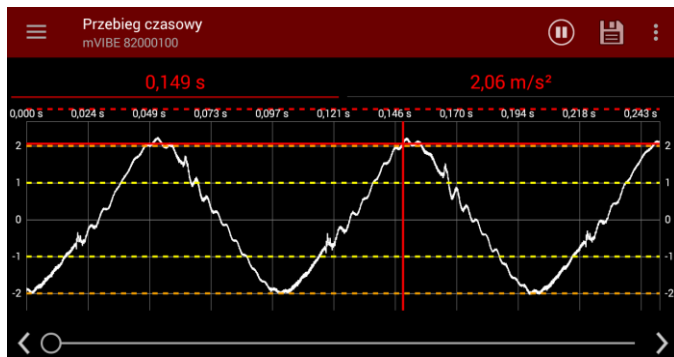
Po wypełnieniu formularza, program proponuje kryteria oceny stanu technicznego maszyny.

Wskazanie przycisku ZAPISZ powoduje przepisanie parametrów oraz kryteriów oceny do analiz sygnału.

Warunkiem koniecznym użycia analizy utworzonej przez kreator jest możliwość wykonania przez dołączone urządzenie pomiarów o odpowiednich parametrach (zakres częstotliwości).



## 13. ANALIZA PRZEBIEGU CZASOWEGO



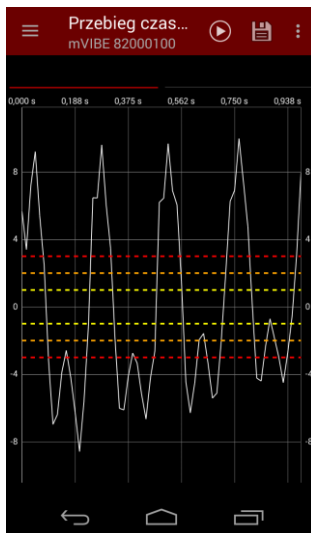
W praktyce, analiza przebiegu czasowego drgań ma ograniczone zastosowanie. Nie istnieją normy, które odnoszą się do kształtu sygnału. W wielu przypadkach trudno nawet oszacować podstawową częstotliwość drgań, związaną z częstotliwością obrotów.


Podstawowym zastosowaniem wykresu czasowego jest sprawdzenie stacjonarności sygnału, a więc niezmienności jego parametrów (w dużym uproszczeniu: amplitudy i częstotliwości) w czasie pomiaru. Tylko stacjonarny sygnał dostarcza wiarygodnej informacji o poziomie drgań oraz pozwala przeprowadzić analizę widmową widmie.

Impulsy pojawiające się w przebiegu czasowym (tzw. szpilki) świadczą o występowaniu uderzeń, których przyczyna może być uszkodzenie łożyska lub przekładni. Warto zwrócić uwagę co jaki okres czasu pojawiają się takie impulsy i powiązać ją z okresem obrotu (odwrotność częstotliwości) poszczególnych podzespołów.

Zwiększając górną częstotliwość graniczną mierzonych drgań (wzrost częstotliwości próbkowania sygnału), zaobserwujesz wyższą amplitudę impulsów oraz bardziej ostre ich szczyty. Jest to objaw prawidłowy (wpływ filtracji). Impulsy powinny być rejestrowane z możliwie najwyższą częstotliwością.

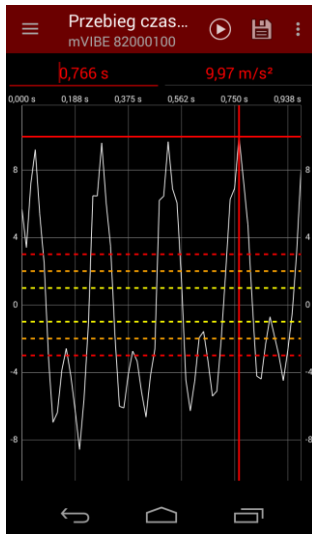
Doświadczeni diagnostycy korzystają z przebiegów czasowych identyfikując luzy mocowania wałów, ich bicie, tarcie oraz wspomniane udary. Metoda ta jest szczególnie istotna dla częstotliwości obrotowych poniżej 100 obr./min.



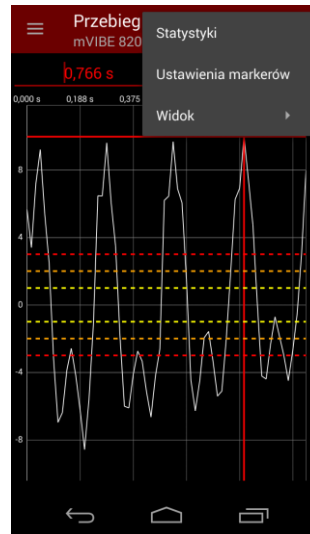
W celu wyświetlenia przebiegu czasowego sygnału, wybierz przycisk , a następnie polecenie *Przebieg czasowy*.


Wykres możesz powiększać, pomniejszać, przesuwać w pionie i w poziomie korzystając z gestów (rozciąganie/ściskanie dwoma palcami, przesuwanie jednym palcem po ekranie).

## 14. OPCJE WYKRESÓW, MARKERY (KURSORY)



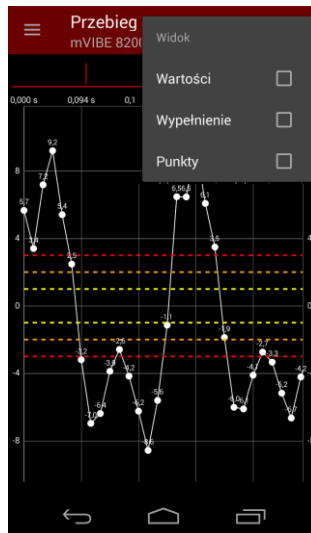
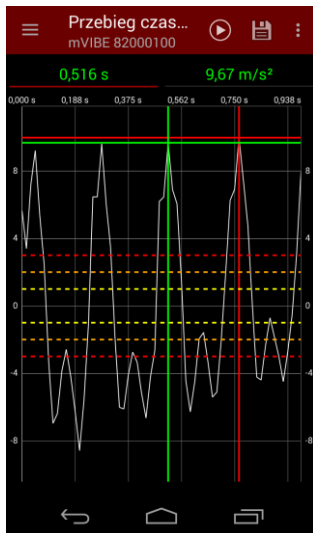
Program mVIBE posiada możliwość odczytu wartości wskazanej na wykresie. Marker możesz wstawić dotykając wykres w wybranym miejscu lub wpisując wartość odczytaną z osi poziomej w pole umieszczone ponad wykresem.




Jeśli potrzebujesz wstawić więcej markerów wybierz przycisk , a następnie polecenie *Ustawienia markerów*.




Z listy rozwijanej w polu *Marker* wybierz kolor nowego markera. Jeśli chcesz wstawić marker wielokrotnie, wpisz liczbę powtórzeń. Odległość pomiędzy markerami będzie równa odległości markera głównego od początku układu współrzędnych.



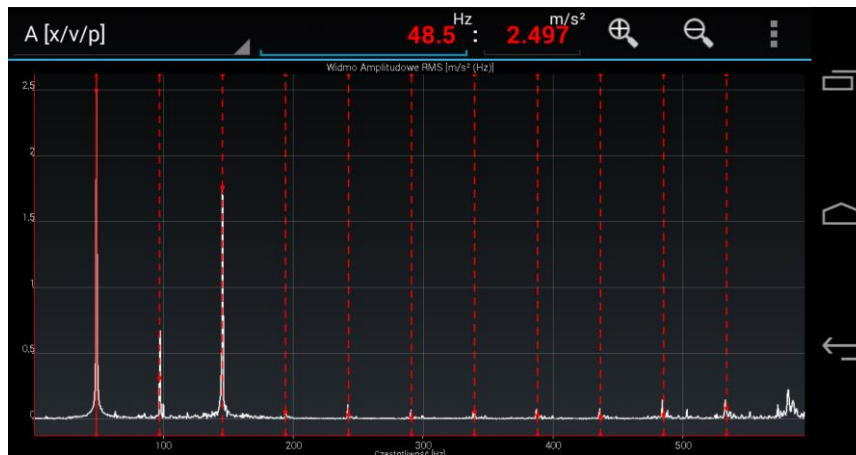
Markery możesz usunąć z wykresu dotykając je.

Wybierając przycisk  oraz polecenie *Widok*, możesz zmienić sposób wyświetlania wykresu dodając etykiety wartości na wykresie, jego wypełnienie oraz znaczniki punktów wykresu.

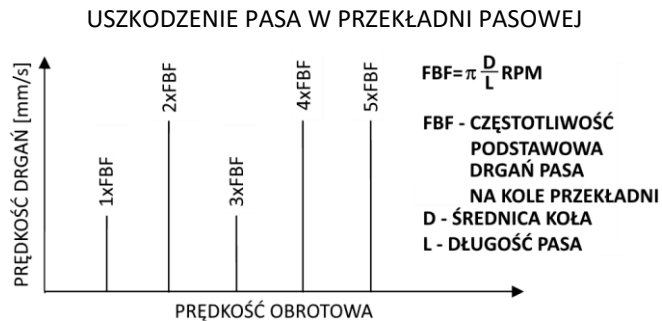
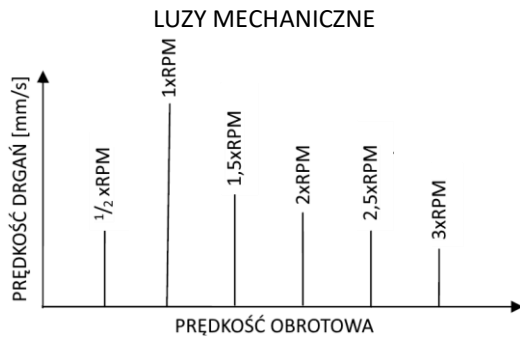
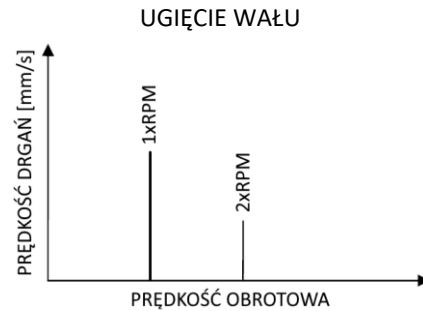
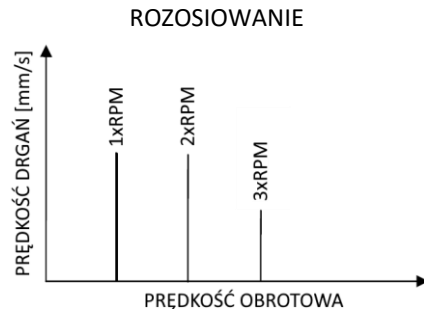
Polecenie *Statystyki* dostępne po wybraniu przycisku , wyświetla wartości podstawowych parametrów statystycznych przebiegu.

## 15. ANALIZA CZĘSTOTLIWOŚCIOWA SYGNAŁU

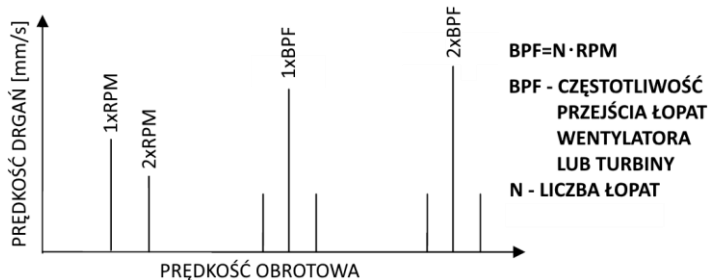
Podstawową metodą diagnostyki maszyn wirujących jest analiza częstotliwościowa sygnału drgań. Jej zadaniem jest rozłożenie zmierzonego sygnału na podstawowe przebiegi sinusoidalne (harmoniczne) i określenie poziomu każdego z nich. Analiza uzyskanego obrazu widma polega na powiązaniu poszczególnych harmonicznych z częstotliwościami obrotowymi poszczególnych elementów maszyny (składowa/harmoniczna podstawowa) oraz ich wielokrotnościami (wyższe harmoniczne).



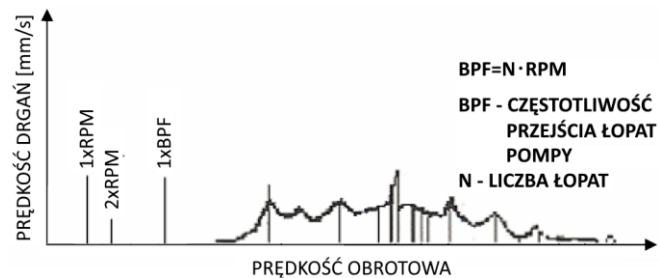
Analiza wysokości poszczególnych prążków częstotliwościowego widma drgań oraz ich układ pozwala zidentyfikować podstawowe uszkodzenia maszyn, takie jak niewyważenie, rozosiowanie, uszkodzenia przekładni pasowych i zębatych, uszkodzenia łożysk, luzy mechaniczne czy uszkodzenia elektryczne silników. Dostępnych jest wiele publikacji opisujących szczegółowo metody diagnostyki tych uszkodzeń. Przykładowe obrazy widm wybranych uszkodzeń zamieszczone zostały poniżej.



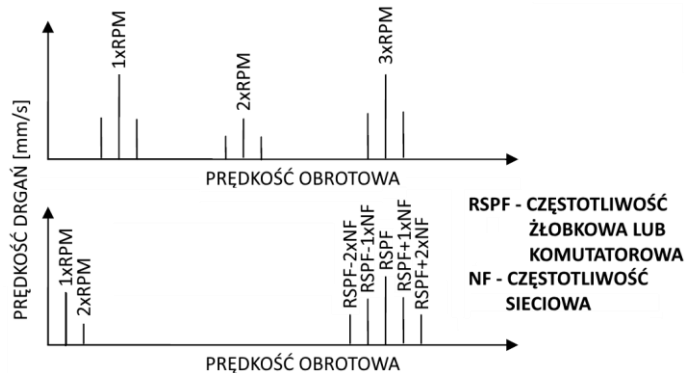
### USZKODZENIE / ZANIECZYSZCZENIE WENTYLATORA



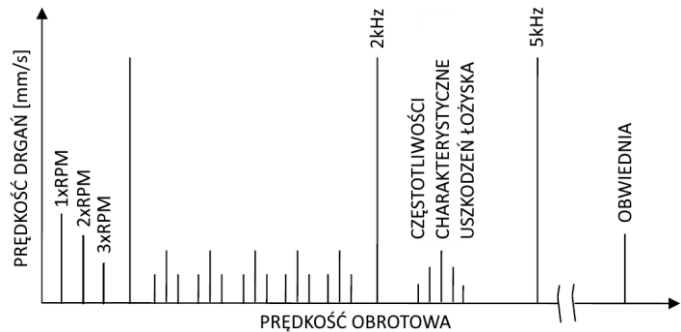
### USZKODZENIE WIRNIKA POMPY ORAZ KAWITACJA

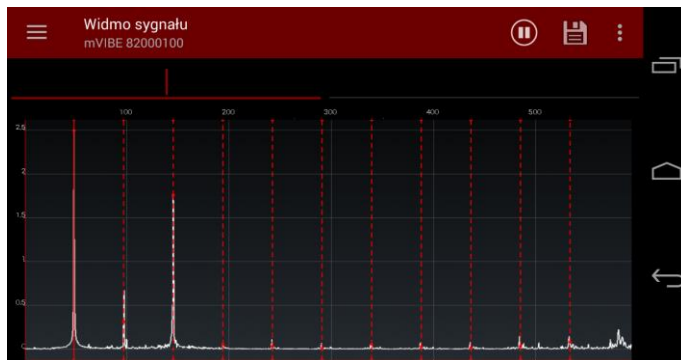



### USZKODZENIE ELEKTRYCZNE SILNIKA



### USZKODZENIE ŁOŻYSKA



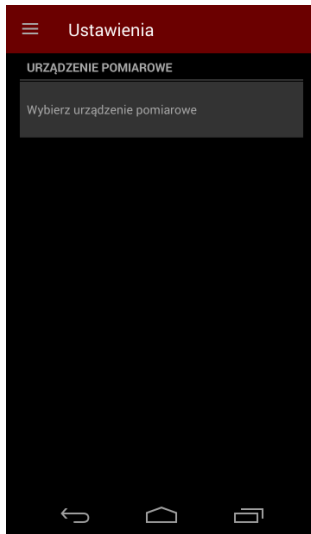


W celu wyświetlenia widma drgań wybierz przycisk , a następnie polecenie *Widmo sygnału*.

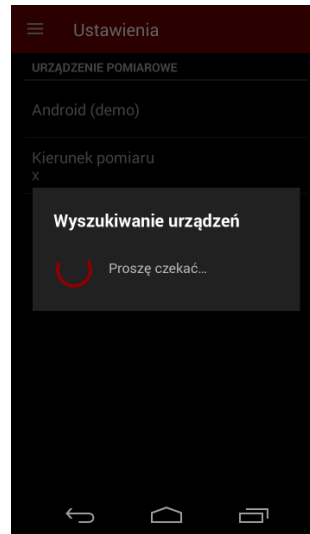
Wykres widma, podobnie jak przebieg czasowy, możesz powiększać, pomniejszać, przesuwać w pionie i w poziomie korzystając z gestów lub przycisków. Możesz także wstawiać i konfigurować markery (pojedynczy, harmonicznym oraz wstęp bocznych). Wynik analizy w postaci pliku graficznego lub tekstowego możesz zapisać w pliku, w pamięci urządzenia mobilnego.



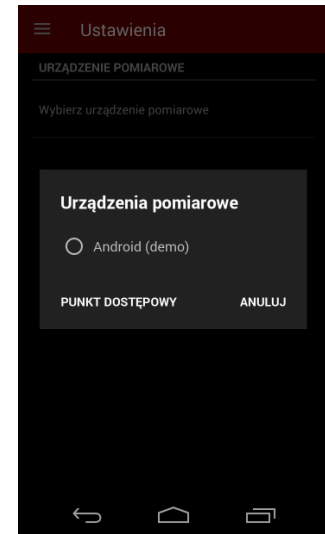
## 16. ZMIANA KIERUNKU MIERZONYCH DRGAŃ



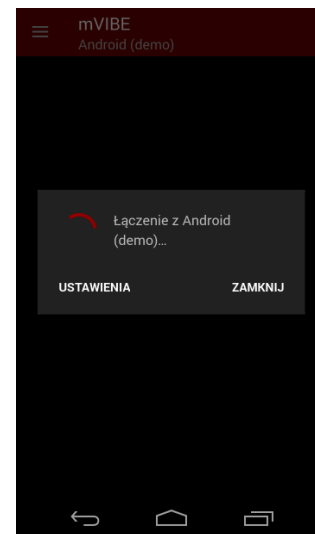
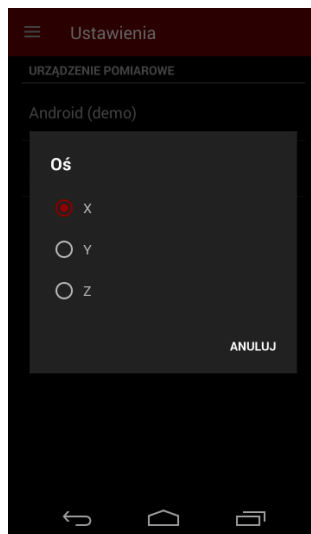
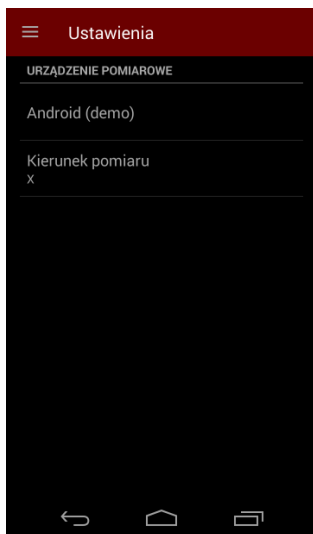
Program mVIBE dostępny jest w do pobrania z GooglePlay. Po zainstalowaniu go na urządzeniu mobilnym, przy pierwszym uruchomieniu należy wskazać źródło sygnału drgań, poprzez wybranie polecenia *Wybierz urządzenie pomiarowe*.





Program wyszukuje dostępnych źródeł sygnału drgań. Ponieważ domyślnie punkt dostępowy dla czujników mVIBE (*Tethering*) jest wyłączony (patrz rozdział **XXX**), przy pierwszym uruchomieniu, pomimo ewentualnego włączenia czujnika bezprzewodowego jedynym wykrytym urządzeniem będzie czujnik urządzenia mobilnego *Android*.



Jeśli chcesz uruchomić program bez czujnika zewnętrznego, wybierz *Android*. Program automatycznie dostosuje parametry analiz do możliwości czujników wbudowanych w urządzenie mobilne.



W przypadku urządzeń posiadających wbudowane wielokierunkowe czujniki drgań, program analizuje sygnał z jednego z nich. Domyślny wybór możesz zmienić poleceniem *Kierunek pomiaru*.

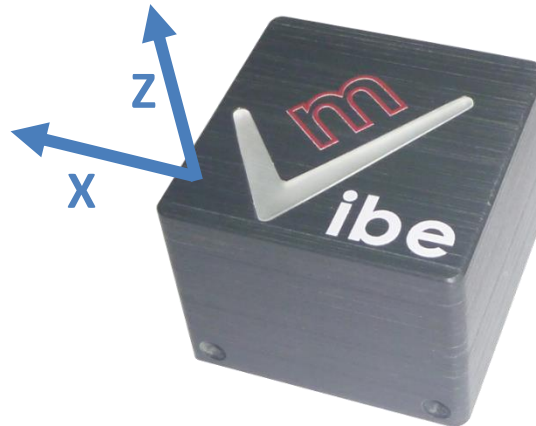
W oknie *Oś pomiaru* wybierz interesujący Cię kierunek lub *Anuluj* zmianę. Zamknij konfigurację urządzenia wybierając przycisk  lub przycisk , a następnie polecenie *ZAMKNIJ*.

Program nawiąże połączenie z wybranym urządzeniem pomiarowym i przejdzie w tryb analizy poziomych drgań. Przeprowadzona konfiguracja zostanie zapamiętana. Przy następnym uruchomieniu, program mVIBE będzie uruchamiał tryb analizy.

## 17. PRZETWORNIK POMIAROWY

Urządzenie pomiarowe mVIBE posiada wbudowany dwukierunkowy czujnik przyspieszenia drgań. Jest to wysokiej klasy akcelerometr piezoelektryczny o zakresie pomiarowym  $\pm 50$  g i zakresie częstotliwości mierzonych drgań 1 Hz ÷ 20 kHz. Indywidualna kalibracja każdego urządzenia zapewnia wysoką dokładność pomiaru.

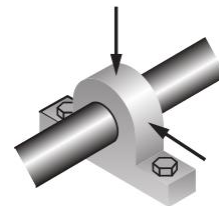
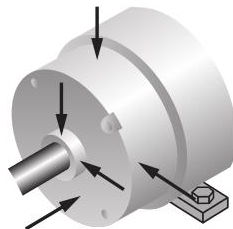
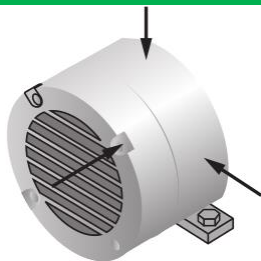
Kierunek pomiaru drgań względem obudowy urządzenia przedstawia poniższy rysunek.



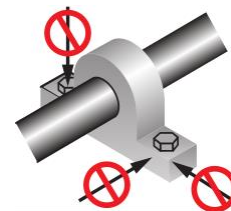
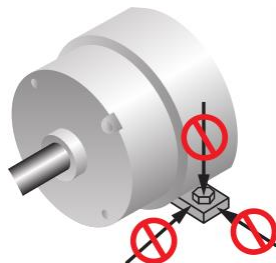
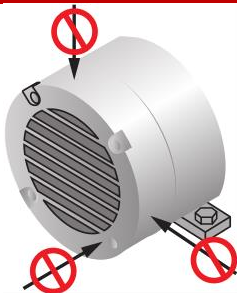
## 18. MOCOWANIE CZUJNIKA

Czujnik należy umieścić na nieruchomym elemencie maszyny przenoszącym drgania badanego elementu (łożysko, obracający się wał, wentylator, itp.) do czujnika możliwie najkrótszą drogą o największej sztywności w kierunku działania siły drgań. Należy przy tym zwrócić uwagę na pewność mocowania czujnika i w razie potrzeby odpowiednio przygotować miejsce jego instalacji, zastosować magnes dla powierzchni zaokrąglonych lub przykręcić czujnik.

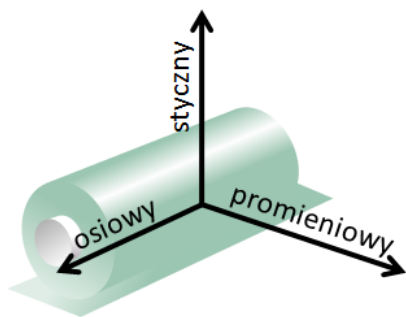
### DOBRE



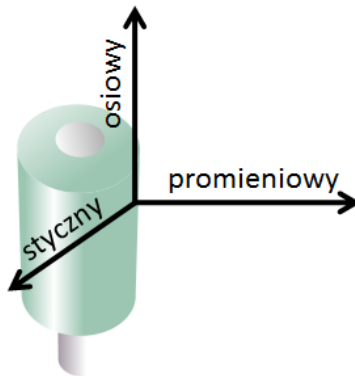
### ŹLE



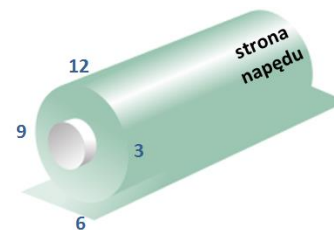
W czasie badań istotny jest kierunek działania sił generowanych przez ruchome elementy maszyny. Zależy on zarówno od konstrukcji maszyny, jak i od rodzaju występującego uszkodzenia. Pomiaru należy dokonać w kierunku działania największej siły. W wielu przypadkach pełna diagnostyka wymaga wykonania pomiarów we wszystkich kierunkach, jakkolwiek najczęściej mierzone są drgania w kierunku promieniowym względem osi obrotu głównego wału maszyny.



MASZYNA O POZIOMEJ OSI OBROTU



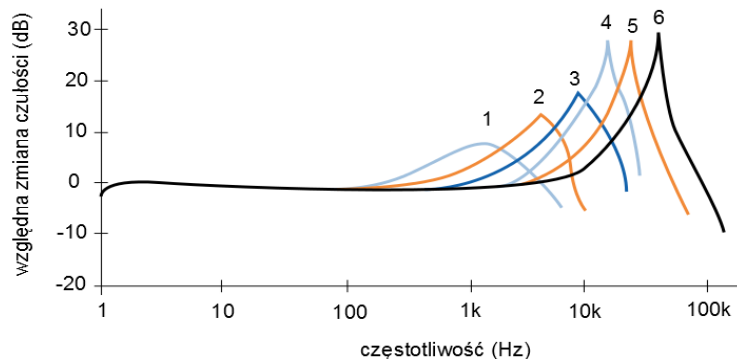
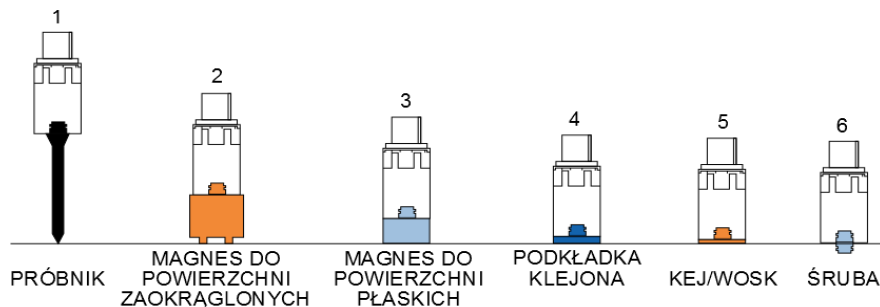
MASZYNA O PIONOWEJ OSI OBROTU



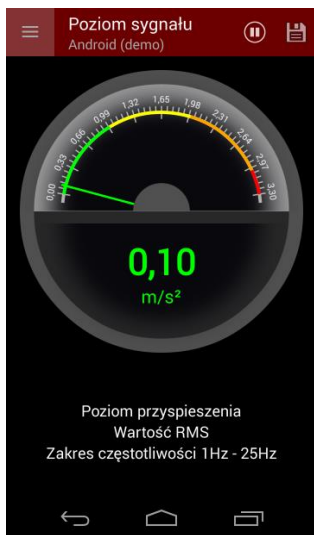
OZNACZENIE GODZINOWE MIEJSCA MOCOWANIA CZUJNIKA


## 19. WPŁYW SPOSOBU MOCOWANIA CZUJNIKA NA ZAKRES CZĘSTOTLIWOŚCI

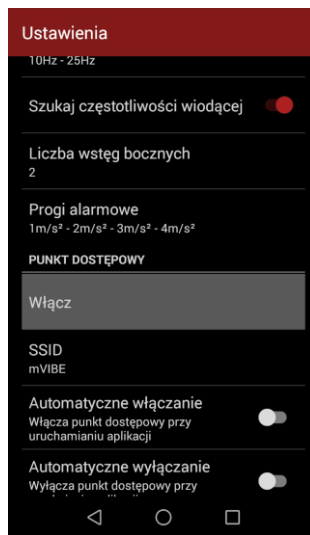
Czujnik może zostać zamocowany do badanego obiektu przy użyciu dołączonego uchwytu magnetycznego. Zastosowany gwint wewnętrzny M6 umożliwia także inny sposób montażu. Dokonując wyboru, należy uwzględnić jego wpływ na graniczne pasmo częstotliwości mierzonych drgań wynikające z częstotliwości rezonansowej połączenia.



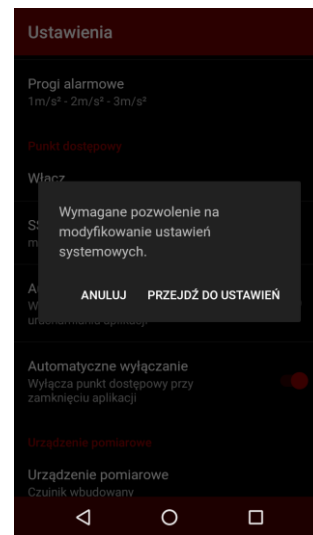
## 20. PODŁĄCZENIE CZUJNIKA MVIBE DO URZĄDZENIA MOBILNEGO



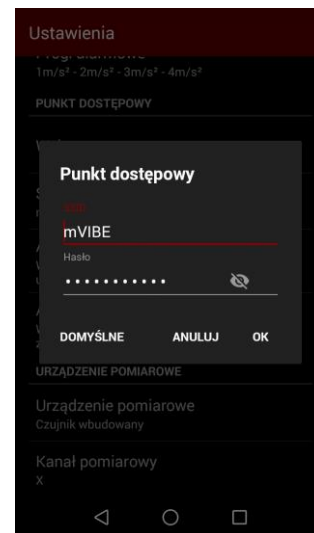
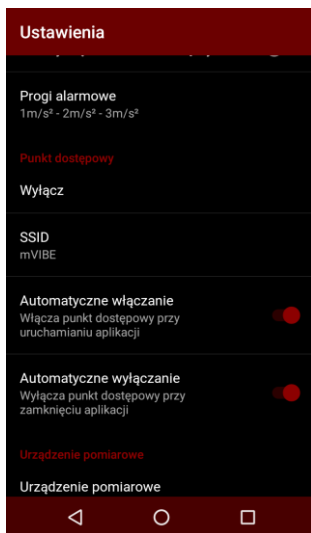
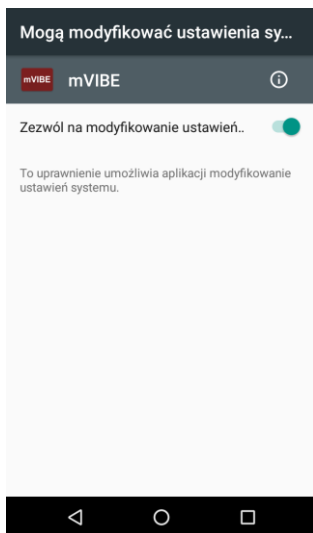
Jeśli korzystałeś z programu mVIBE testując go z użyciem czujników wbudowanych w urządzenie mobilne, w celu podłączenia czujnika mVIBE dotknij przycisk , a następnie wybierz polecenie *USTAWIENIA*.




Na liście odnajdź obszar ustawień *Punkt dostępowy* i wybierz polecenie *Włącz*, które uruchomi w telefonie punkt dostępowy WiFi.



Przy włączaniu punktu dostępowego z poziomu aplikacji po raz pierwszy konieczne jest wyrażenie zgody na zmianę ustawień systemowych przez program mVIBE. Wybierz przycisk *Przejdź do ustawień*.



Włącz opcję *Zezwól na modyfikowanie ustawień*. Pozwoli ona włączać punkt dostępowy automatycznie przy włączaniu aplikacji. Uruchomienie punktu dostępowego potwierdzone jest wyświetleniem ikony  na pasku systemowym urządzenia mobilnego.

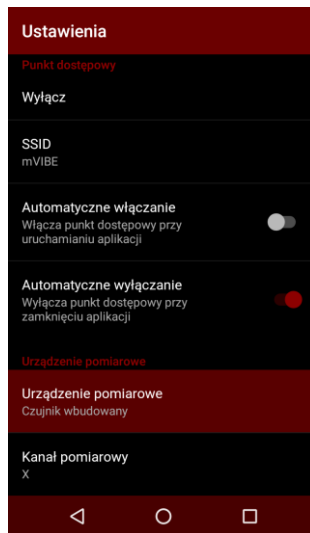
W programie mVIBE możesz zmienić ustawienia dotyczące automatycznego włączania i wyłączenia punktu dostępowego przy uruchamianiu i wyłączeniu programu.

Aktualną nazwę oraz hasło dostępu do sieci WiFi możesz wyświetlić wybierając pole SSID. Ustawienia domyślne to odpowiednio *mVIBE* oraz *pswdADS1274*. Powyższe ustawienia możesz zmienić. Pamiętaj jednak, że każdy nowy czujnik mVIBE próbuje się połączyć z siecią domyślną. Program pozwala na przywrócenie ustawień fabrycznych punktu dostępowego.

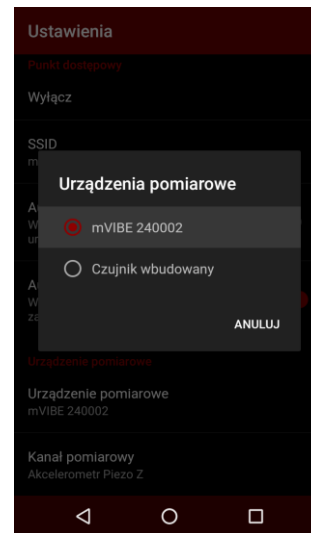




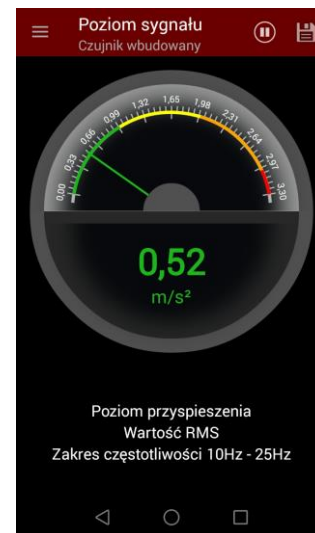
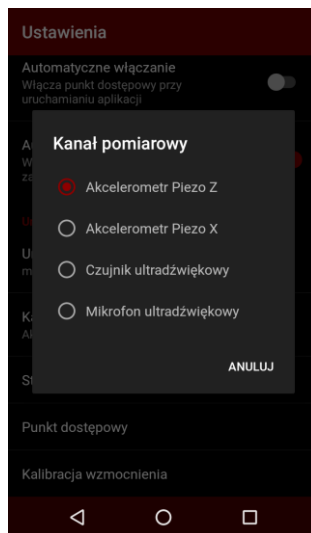
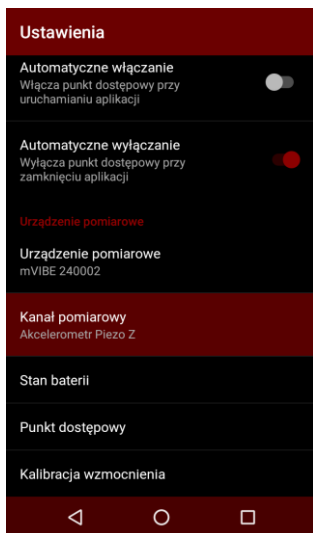
W celu włączenia urządzenia należy dotknąć na około 2 sekundy obudowę czujnika w miejscu zaznaczonym na rysunku. Zainicjowanie procedury włączenia sygnalizowane jest zaświeceniem wskaźnika LED w kolorze jasnożółtym. Po inicjalizacji wskaźnik świeci światłem czerwonym. Po nawiązaniu połączenia z siecią WiFi kolor zmienia się na niebieski.



Na liście ustawień wybierz polecenie *Urządzenia pomiarowe*.





Po wykryciu urządzeń pomiarowych podłączonych do urządzenia mobilnego, z listy wybierz to, z którego chcesz korzystać.

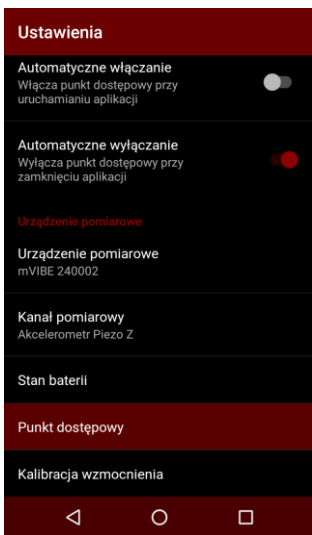



Na liście ustawień wybierz polecenie *Kanał pomiarowy*

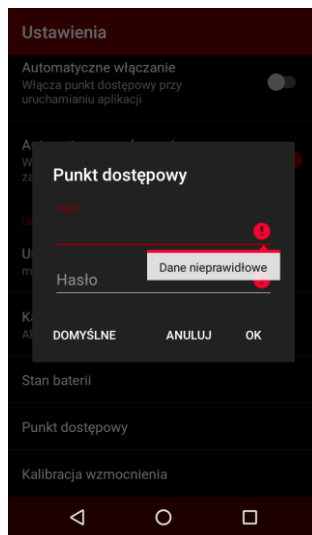
Wybierz czujnik, z którego chcesz korzystać w czasie pomiaru.

Przyciskiem  lub  wróć zamknij ekran ustawień i wróć do okna wybranej analizy. Pamiętaj, że możesz zmienić jej parametry, dostosowując do możliwości podłączonego urządzenia pomiarowego (np. zwiększenie zakresu częstotliwości mierzonych drgań).

## 21. KONFIGURACJA PUNKTU DOSTĘPEGO W URZĄDZENIU MVIBE, PRZYWRÓCENIE USTAWIĘŃ



W celu podłączenia czujnika mVIBE do sieci WiFi o innej nazwie lub w celu zmiany hasła dostępu, będąc w trybie pomiaru dotknij przycisk , wybierz polecenie *USTAWIENIA*, a następnie polecenie *Punkt dostępowy*.



Podaj nazwę *SSID* sieci WiFi oraz hasło dostępu do tej sieci. W oknie ustawień punktu dostępowego możesz przywrócić domyślne ustawienia czujnika. Zmianę konfiguracji zatwierdź przyciskiem *OK*.

Pamiętaj, że po zmianie ustawień program straci łączność z czujnikiem do czasu zmiany ustawień punktu dostępowego urządzenia mobilnego.



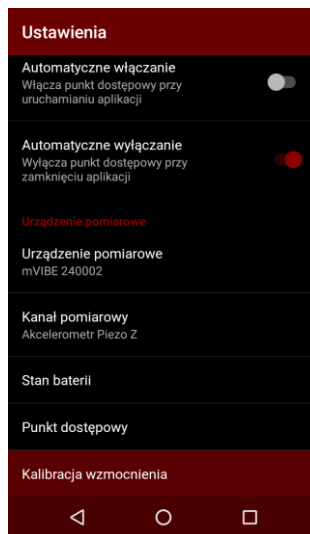
Jeśli zapomnisz do jakiej sieci łączysz się czujnik, przytrzymując przycisk dotykowy podczas włączania czujnika (kolor wskaźnika LED jasnożółty) przez czas około 10 sekund przywrócisz jego ustawienia fabryczne, obejmujące nazwę punktu dostępowego oraz hasło.


## 22. KALIBRACJA WZMOCNIENIA

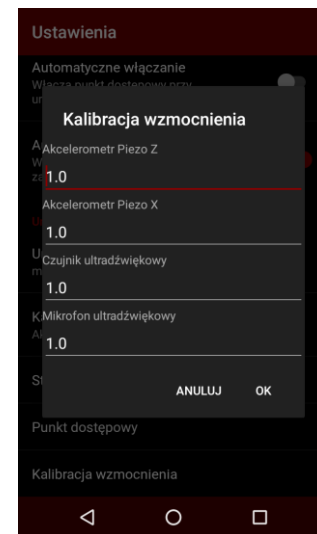
Każde urządzenie mVIBE poddawane jest procesowi kalibracji wbudowanych przetworników pomiarowych. Pozwala to utrzymać najwyższą dokładność prowadzonych badań.

Proces produkcyjny przetworników piezoelektrycznych gwarantuje wysoką stałość ich parametrów w czasie. Zgodnie z informacją producenta czułość może zmienić się o 1 % w okresie 10 lat.

W przypadku konieczności wykonania okresowej kalibracji istnieje możliwość wpisania współczynników korygujących z poziomu programu mVIBE soft.



W celu wprowadzenia współczynników korygujących wskazania czujnika mVIBE, będąc w trybie pomiaru dotknij przycisk , wybierz polecenie *USTAWIENIA*, a następnie polecenie *Kalibracja wzmocnienia*.



Wprowadź kolejne współczynniki korygujące i zatwierdź je przyciskiem *OK*.

## 23. ŁADOWANIE AKUMULATORA



Informację o stanie naładowania akumulatora możesz wyświetlić wybierając polecenie *Stan baterii* znajdujące się w polu ustawień urządzenia, w menu *Ustawienia*.

Akumulator czujnika mVIBE może być ładowany z dowolnego źródła napięcia 5V ( $\pm 5\%$ ) o wydajności prądowej minimum 600 mA. Do przyłączenia urządzenia należy wykorzystać kabel zakończony złączem M8, dostarczony w zestawie wraz z urządzeniem.



Podłączenie urządzenia do napięć o innych wartościach może prowadzić do jego uszkodzenia.

W obecnej wersji urządzenie nie wyświetla informacji o stanie procesu ładowania. Stan baterii możesz sprawdzić w menu ustawień programu mVIBE soft.

Wyłączony czujnik pobiera minimalną ilość energii ze źródła zasilania. W przypadku braku ładowania przez okres dłuższy niż 3 miesiące, może to spowodować jego całkowite rozładowanie. W tym przypadku, przed włączeniem czujnika należy go uprzednio naładować.

## 24. WYŁĄCZENIE URZĄDZENIA, WYŁĄCZENIE SPRZĘTOWE

W celu wyłączenia urządzenia mVIBE, przytrzymaj jego przycisk dotykowy. Sygnalizator LED początkowo zmieni kolor świecenia na jasnofioletowy. Po zmianie koloru na jaśniejszy, po puszczeniu przycisku, urządzenie wyłączy się.

Czujnik mVIBE wyłącza się automatycznie po 1 minucie od chwili wyłączenia punktu dostępowego WiFi.

Jeśli czujnik mVIBE przestaje reagować na zmiany działania programu (dioda LED statusu cały czas świeci tym samym kolorem, czujnik nie przesyła danych) i nie możesz wyłączyć go przyciskiem dotykowym, konieczny jest jego reset sprzętowy. W tym celu metalowym przedmiotem zewrzyj dwa górne wyprowadzenia złącza M8 umieszczonego na obudowie czujnika. Urządzenie wyłączy się. Jego ponowne włączenie wymaga podłączenia ładowarki. Po tym procesie czujnik odzyska pełną funkcjonalność.



