System dynamicznej oceny ukorzenienia DynaRoot

INSTRUKCJA UŻYTKOWNIKA

7 marca 2017

Spis treści

1 Wstęp 1

2 Próba wyrywania 1

3 System dynamicznej oceny ukorzenienia DynaRoot 2

4 Jak działa system DynaRoot? 3

5 Czynniki do uwzględnienia podczas wykonywania pomiarów 5
5.1 Odległość pomiędzy badanym drzewem i anemometrem 5
5.2 Prędkość wiatru 5
5.3 Podejście statystyczne 6
5.4 Pomiary wielokrotne 6
5.5 Zalety i wady 6

6 Elementy systemu 7
6.1 Anemometr 7
6.2 Inklinometr dwuosiowy 7
6.3 Oprogramowanie DynaRoot 8

7 Zalecenia dotyczące użytkowania 8
7.1 Przygotowywanie inklinometru do pracy 8
7.2 Przygotowywanie anemometru do pracy 10
7.3 Przenoszenie danych z karty SD na inne urządzenie 10
7.4 Analiza danych za pomocą oprogramowania DynaRoot 32

A Bezprzewodowy przesył danych do środowiska Windows 36

1 Wstęp

Stabilność drzew w terenie zurbanizowanym ma zawsze kluczowe znaczenie. Chore i niestabilne drzewa w miastach stwarzają duże zagrożenie i mogą być źródłem zobowiązań władz miejskich w razie wypadku. Ocena stabilności drzewa ma więc najwyższe znaczenie. Jednocześnie w wielu obszarach jest ona bagatelizowana.

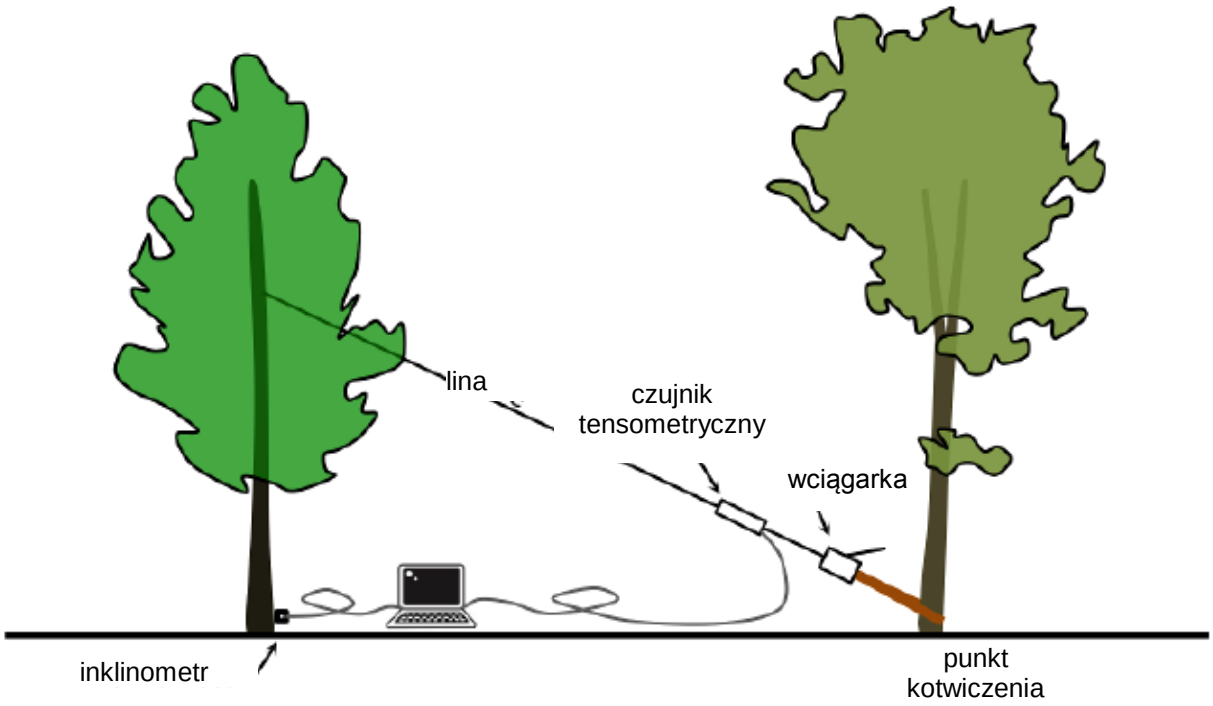
Aktualnie istnieje tylko jedna akceptowalna metoda oceny stabilności drzew. Próba wyrywania jest szeroko stosowana i powszechnie akceptowana, ma jednak pewne wady, zwłaszcza, jeżeli chodzi o niezawodność i łatwość stosowania. System dynamicznej oceny ukorzenienia jest oparty na realnych obciążeniach generowanych przez wiatr, a zatem jest bardziej adekwatny do oceny realnego ryzyka. Wykonanie pomiarów jest dużo prostsze niż wykonanie tradycyjnej próby wyrywania; ich jedynym mankamentem jest to, że należy wykonać je przy wietrznych warunkach pogodowych.

2 Próba wyrywania

Próba wyrywania jest oparta na przymocowaniu liny do badanego drzewa, mniej więcej w jego środkowej części i na przyłożeniu umiarkowanego obciążenia, któremu towarzyszy pomiar przechyłu podstawy pnia. Nachylenie pnia wywołane w ten sposób jest bardzo umiarkowane (mniej niż 0,25 stopnia), aby mieć pewność, że sama próba nie spowoduje uszkodzenia i nie zainicjuje procesu wyrywania drzewa. Na podstawie pomiaru obciążenia można ekstrapolować przybliżony moment siły, która spowoduje wyrwanie drzewa z korzeniami. Maksymalny moment siły, która może powstać w wyniku niekorzystnych warunków pogodowych można również obliczyć na podstawie powierzchni korony drzewa, współczynnika oporu aerodynamicznego oraz maksymalnej prędkości wiatru występującej w danym regionie. Stosunek obu wyżej wymienionych wartości stanowi współczynnik bezpieczeństwa (SF) dla danego drzewa. Jeżeli wartość współczynnika bezpieczeństwa przekracza 1,5 drzewo uznaje się za bezpieczne, natomiast wartość współczynnika poniżej 1 sygnalizuje wysokie ryzyko wyrwania drzewa. Wartości mieszczące się w przedziale od 1 do 1,5 wskazują, że drzewo można uznać za niepewne.

Zaletą próby wyrywana jest jej prostota; ponadto metoda ta została dokładnie przebadana i jest stosowana od dawna. Z drugiej strony, zastosowanie statycznego obciążenia do modelowania rzeczywistej sytuacji, w której drzewa są poddawane obciążeniom dynamicznym może dawać słabe efekty. Samo wykonywanie prób wyrywania jest również dość kłopotliwe: wymaga zastosowania ciężkiego sprzętu (wytrzymała lina i mechanizm zapadkowy) i drabiny, które należy dostarczyć do miejsca wykonywania próby, długotrwałych

przygotowań, jak również zastosowania siły fizycznej podczas wykonywania próby. Drugi koniec liny należy przymocować do dobrze zakotwiczonego obiektu (np. pień innego drzewa lub pniak), który niekoniecznie może być łatwo dostępny.



Rysunek 1: Schemat wykonania próby wyrywania.

3 System dynamicznej oceny ukorzenienia DynaRoot

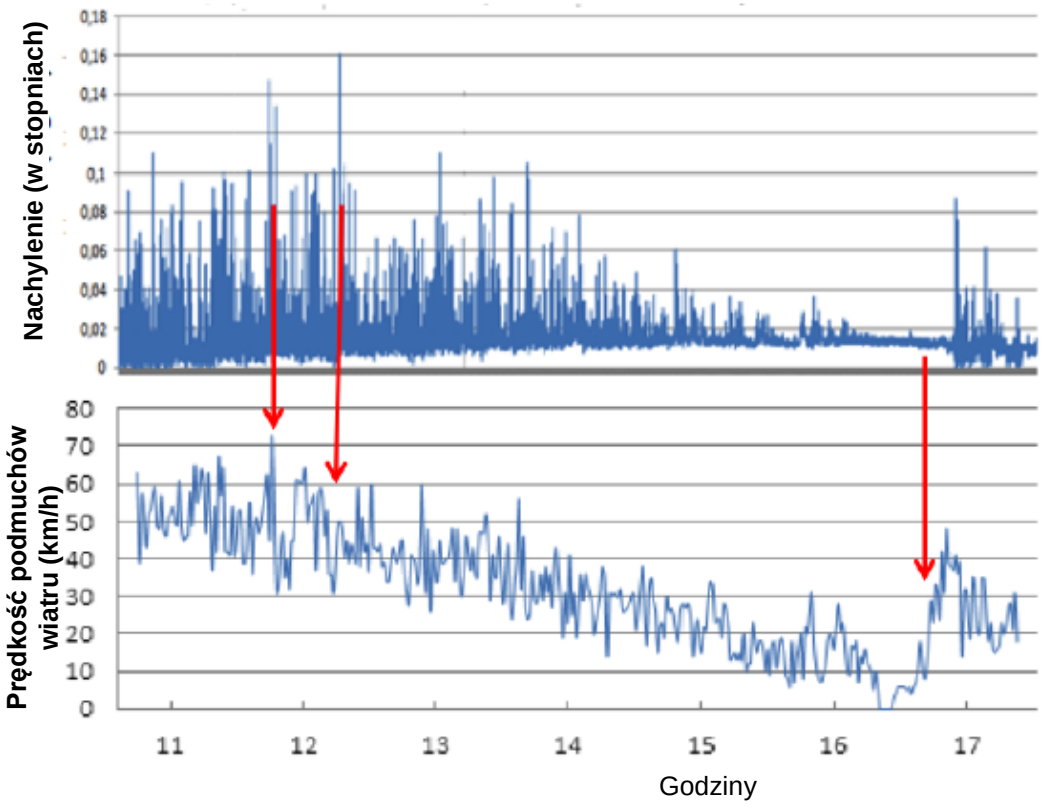
Z punktu widzenia oceny bezpieczeństwa drzewa podczas występowania silnego wiatru dużo prostsze byłoby wykorzystanie obciążeń generowanych przez sam wiatr, zamiast korzystania z obciążonej liny. Istnieją jednak dwa powiązane ze sobą problemy, które znacznie utrudniają takie badania:

1. Drzewo składa się ze skomplikowanej sieci złożonej z pnia, głównych i pobocznych konarów, gałęzi, oraz liści (w okresie letnim). Układ ten przypomina wielokrotne wahadło reagujące na obciążenia w bardzo nieprzewidywalny, nieregularny sposób, gdy obciążenie nie jest bezpośrednio przyłożone do pnia (tak jak dzieje się to w przypadku próby wyrywania).

2. W rezultacie, nie zachodzi bezpośrednia relacja pomiędzy obciążeniem generowanym przez wiatr (prędkość wiatru) a natychmiastową reakcja drzewa, tj. nie ma korelacji pomiędzy obciążeniem a nachyleniem pnia (patrz: rysunek 2).

Zachowanie się drzewa, gdy wieje wiatr jest bardzo czułe na warunki początkowe. Niewielkie różnice w charakterystyce warunków początkowych przekładają się na bardzo różne wyniki uzyskiwane dla tak dynamicznych systemów (popularnym określeniem takiej sytuacji jest "efekt motyla"). Przewidywanie

zachowania takich systemów na dłuższą metę jest niemożliwe. Pomiędzy prędkością wiatru a nachyleniem drzewa zachodzi określona relacja, jednak jej natura jest skomplikowana – nie istnieje natychmiastowa relacja przyczynowo-skutkowa.



Rysunek 2: Dwuwymiarowy wykres stosunku kąta nachylenia do prędkości wiatru w czasie.

Jednym ze sposobów na wykonanie oceny takich systemów jest wykorzystanie parametrów statystycznych danych pochodzących z dłuższych okresów. Nie istnieje natychmiastowa zależność pomiędzy prędkością wiatru, a kątem nachylenia w danym momencie, ale zachodzi zależność pomiędzy ich średnimi wartościami a innymi parametrami statystycznymi zaobserwowanymi w dłuższym okresie. System DynaRoot wykorzystuje tę statystyczną zależność.

4 Jak działa system DynaRoot?

System DynaRoot składa się z trzech komponentów (patrz: rysunek 3):

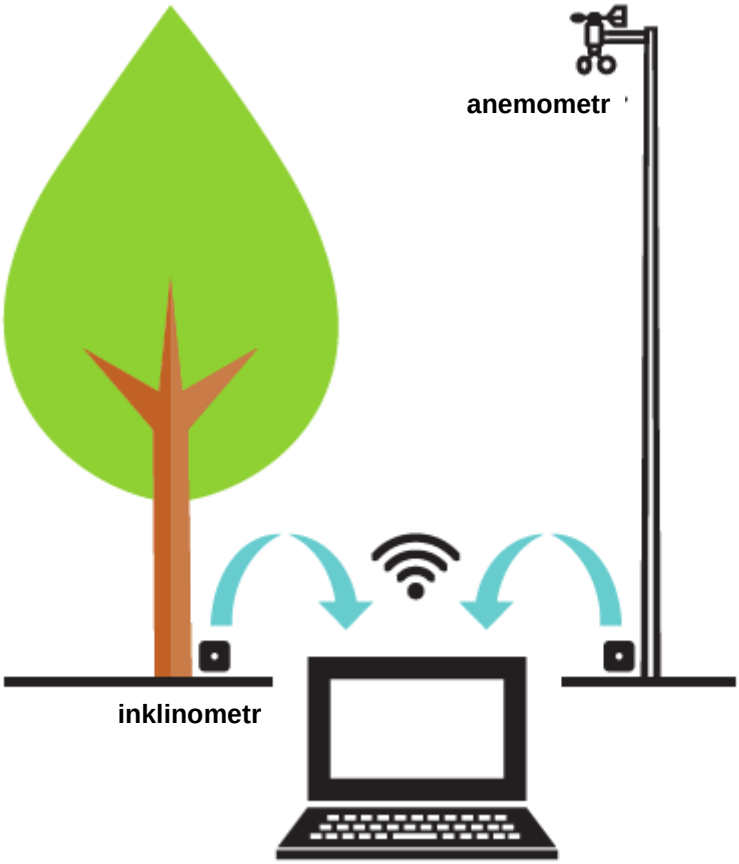
1. **Anemometr:** Przyrząd do pomiaru prędkości wiatru przy drzewie lub w pobliżu drzewa. Im bliżej tym lepiej, jednak w zależności od prędkości wiatru, DynaRoot może zapewniać prawidłowe dane nawet przy pomiarach z kilku kilometrów/mil. Anemometr zapewnia dane prędkości wiatru o odpowiedniej częstotliwości. W idealnych warunkach anemometr znajduje się w strefie wolnej od budynków i innych obiektów, które mogą blokować wiatr, na wysokości min. 10m.

2. **Inklinometr:** Przyrząd przymocowywany do szyjki korzeniowej, który mierzy pochylenie pnia w dwóch różnych kierunkach. Przyrząd zapewnia bardzo dokładne wyniki pochylenia, z odpowiednią częstotliwością.

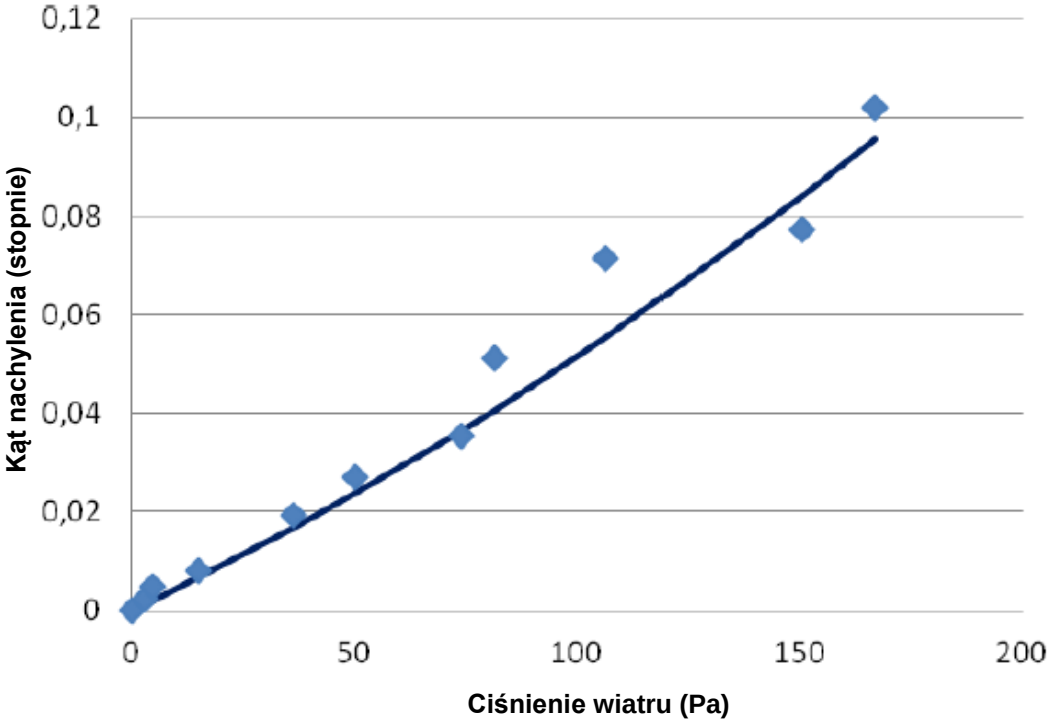
3. **Oprogramowanie do oceny:** program komputerowy, który służy do przeprowadzenia oceny prędkości wiatru x i nachylenia y. Dane pochodzące z anemometru i inklinometru zapisywane w ciągu kilku godzin są przenoszone na karcie pamięci lub w sposób bezprzewodowy za pomocą sieci Wi-Fi. Program rozbija dane na krótsze interwały i oblicza parametry statystyczne dla każdego interwału, które są używane do oceny stabilności drzewa.

Obliczenia wyznaczające współczynnik bezpieczeństwa są podobne do obliczeń wykonywanych w trakcie przeprowadzania próby wyrywania, przy czym zamiast siły wykorzystuje się ciśnienie wiatru oraz parametry

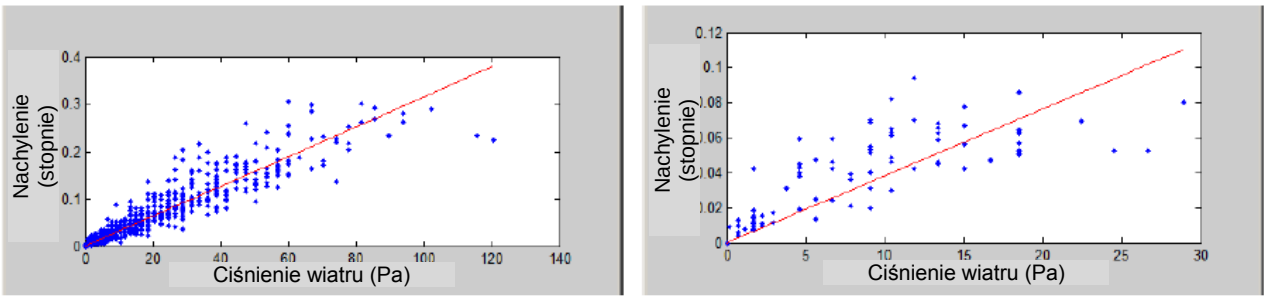
statystyczne zamiast chwilowych wartości naporu (ciśnienia) wiatru i kąta nachylenia. Pomiędzy ciśnieniem wiatru i nachyleniem drzewa zachodzi tangensowa relacja, a krytyczne ciśnienie wiatru można obliczyć na podstawie krzywych (patrz: rysunek 4). Ta krytyczna wartość służy do obliczenia współczynnika bezpieczeństwa, który jest interpretowany w taki sam sposób jak współczynnik obliczony na podstawie statycznej próby wyrywania.



Rysunek 3: Elementy systemu DynaRoot



Rysunek 4: Relacja pomiędzy naporem wiatru i kątem nachylenia



Rysunek 5: Ważnym warunkiem zastosowania systemu DynaRoot jest występowanie odpowiednio silnych podmuchów wiatru.

5 Czynniki do uwzględnienia podczas wykonywania pomiarów

5.1 Odległość pomiędzy badanym drzewem i anemometrem

Siła podmuchów wiatru może być różna w zależności od lokalizacji, nawet, gdy mamy do czynienia ze względnie niewielkim obszarem. Zależność pomiędzy intensywnością wiatru i kątem nachylenia jest oczywiście tym większa, im bliżej drzewa mierzy się prędkość wiatru. Niemniej jednak dość dokładne korelacje można uzyskać, jeżeli anemometr znajduje się w promieniu 1,5 km (1 mili) od drzewa, natomiast istotne dane pobierano nawet gdy odległość od drzewa wynosiła 5 km (3 mile), pod warunkiem że podmuchy wiatru nie były spowodowane lokalnymi zjawiskami pogodowymi (np. tornado).
Niewątpliwie, anemometr należy umieścić jak najbliżej drzewa, aczkolwiek z powodu uwarunkowań terenowych nie zawsze jest to możliwe. Istnieje również możliwość zaistnienia konieczności dokonania oceny wielu drzew lub wykorzystania danych z pobliskiej stacji meteorologicznej (jest to możliwe, jeżeli stacja mierzy prędkość wiatru przynajmniej raz na sekundę). Dokonanie oceny stabilności drzewa jest możliwe dopóty, dopóki dane na temat wiatru pochodzą ze względnie bliskich lokalizacji.

5.2 Prędkość wiatru

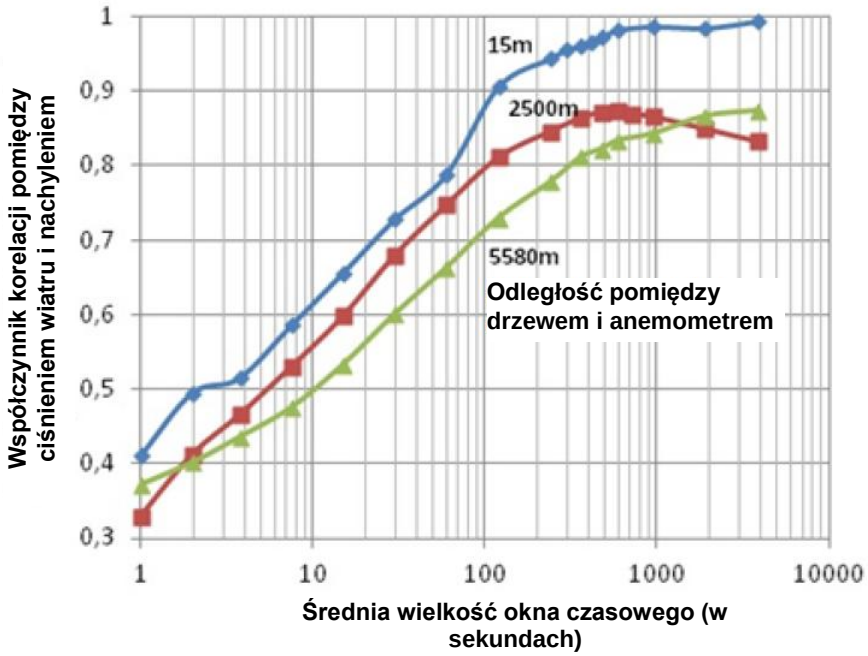
Najważniejszym warunkiem koniecznym do zastosowania tej metody jest występowanie wietrznej pogody. Im silniejszy wiatr, tym większa dokładność pomiaru. Minimalna prędkość wiatru wymagana do przeprowadzenia pomiarów wynosi przynajmniej 25 km/h ~ 15 mil/h (patrz: rysunek 5).

5.3 Podejście statystyczne

Jak wspominano wcześniej, zamiast stosowania chwilowej prędkości wiatru i danych dotyczących inklinacji, wartości te są zbierane przez dłuższy okres, natomiast informacje obejmujące kilka minut są oceniane statystycznie. Dokładność danych (zawężenie korelacji) zależy od przedziału (interwału) czasowego (patrz: rysunek 6). Interwał czasowy można określić w ustawieniach programu podczas dokonywania oceny. Najlepsze rezultaty osiąga się, gdy interwał czasowy wynosi 10 minut, jednakże oznacza to również wymóg zaistnienia długich okresów pomiarowych koniecznych do zebrania wystarczającej ilości danych. Interwały o długości 5 minut (ustawienie domyślne) a nawet 2 minut zapewniają większą ilość danych bez poważnej utraty dokładności pomiarów, jeżeli prędkość wiatru jest mierzona w pobliżu drzewa. (Jeżeli prędkość wiatru mierzy się w odległości przekraczającej 1,5 km lub 1 milę od drzewa zalecamy stosowanie długich okresów zbierania danych i 20-minutowego interwału do wykonania statystyki.)

5.4 Pomiary wielokrotne

Skuteczność systemu DynaRoot wzrasta w przypadku wykonywania jednoczesnej oceny kilku drzew. Wykonywanie takiej oceny jest możliwe, ponieważ – w odróżnieniu od próby wyrywania – operator nie musi wprowadzać obciążenia wyrywającego dla każdego z drzew. Należy jedynie zapewnić stosunkowo tanie inklinometry, które będą montowane na każdym z ocenianych drzew; jeden anemometr wystarczy do zapewnienia danych dotyczących prędkości wiatru dla każdego z drzew (w promieniu kilku kilometrów lub mil). Nie ma teoretycznego limitu liczby drzew, które można poddać jednoczesnej ocenie.



Rysunek 6: Relacja pomiędzy średnim interwałem czasowym a wynikającym z niego współczynnikiem korelacji

5.5 Zalety i wady

System DynaRoot umożliwia wykonanie pomiarów nachylenia w rzeczywistych warunkach obciążenia wiatrem, co stanowi lepszą aproksymację rzeczywistej sytuacji, która może doprowadzić do wyrwania drzewa z korzeniami, i, co za tym idzie, może być bardziej niezawodnym sposobem pomiaru niż tradycyjna próba wyrywania. Przeprowadzenie pomiarów jest prostsze w przygotowaniu i przeprowadzeniu: nie ma potrzeby stosowania ciężkich akcesoriów i urządzeń oraz drabin czy siły fizycznej. Ten sposób wykonywania pomiarów ma tylko dwie wady. Jedną z nich jest konieczność występowania podmuchów wiatru o określonej prędkości (nie mniejszej niż 25 km/h lub 15 mil/h), co może być problematyczne zwłaszcza w sytuacji, gdy wyniki pomiaru są potrzebne w trybie pilnym. Drugim problemem jest większa czasochłonność niż w przypadku wykonywania tradycyjnej próby wyrywania. Niemniej jednak, pomiar za pomocą system DynaRoot nie wymaga stałego monitoringu – po przygotowaniu system można pozostawić go bez nadzoru przez kilka godzin, w których będą zbierane dane. System jest również bardziej skuteczny, jeżeli zachodzi

potrzeba dokonania jednoczesnej oceny kilku bądź kilkunastu drzew. Tabela nr 1 zawiera porównanie pomiarów wykonywanych za pomocą systemu DynaRoot i tradycyjnej próby wyrywania.

Zagadnienie	Próba wyrywania	System DynaRoot
Wymagany osprzęt	Lina, wciągarka, ogniwo obciążeniowe, inklinometr (ok. 50 kg)	Anemometr, inklinometr (ok. 10 kg)
Obciążenie	Statyczne	Rzeczywiste
Czasochłonność	1-3 godzin/drzewo	3 godziny /kilka drzew
Obliczanie współczynnika bezpieczeństwa	Wymagana powierzchnia korony, współczynnik oporu, krytyczna prędkość wiatru	Wymagana wyłącznie krytyczna prędkość wiatru
Warunki pogodowe	Prędkość wiatru < 25 km/h	Prędkość wiatru > 25 km/h

Tabela 1: Porównanie systemu DynaRoot i tradycyjnej próby wyrywania

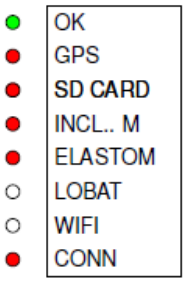
6 Elementy systemu

6.1 Anemometr

- Dwuosiowy ultradźwiękowy miernik prędkości wiatru
- Częstotliwość próbkowania: 1 Hz
- Zakres pomiaru: 0-150 km/h
- Dokładność: 0,2 km/h
- Zintegrowany GPS
- Dostępna pamięć: 8 GB (karta SD)
- Najlepsza lokalizacja: otwarty teren, wysokość 10m, brak przeszkód terenowych w postaci budynków lub innych dużych obiektów
- Całkowicie odporny na czynniki pogodowe

6.2 Inklinometr dwuosiowy

- Zakres pomiaru: ±2 stopnie
- Rozdzielczość: 0,001 stopnia
- Kompensacja temperatury
- Częstotliwość próbkowania: 10 Hz
- Zintegrowany GPS
- Dostępna pamięć: 8 GB (karta SD)
- Montaż za pomocą pojedynczej śruby
- Napięcie i natężenie prądu: 12V, 20 mA
- Całkowicie odporny na czynniki pogodowe, stopień ochrony IP65



Rysunek 7: Kontroli LED na panelu wyświetlacza inklinometru.

6.3 Oprogramowanie DynaRoot

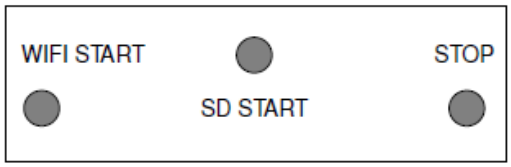
- Proste, lecz skuteczne oprogramowanie służące do określania współczynnika bezpieczeństwa
- Automatyczna kompilacja danych dotyczących prędkości wiatru i nachylenia
- Wykres, krytyczne ciśnienie wiatru, obliczanie współczynnika korelacji i współczynnika bezpieczeństwa
- Kompatybilność z systemem operacyjnym MS Windows

7 Zalecenia dotyczące użytkowania

System DynaRoot powinien być wykorzystywany w wietrzne dni, gdy prędkość podmuchów wiatru wynosi co najmniej 25 km/h (15 mil/h). Przygotowanie do wykonania pomiarów polega na przymocowaniu inklinometru do szyjki korzeniowej drzewa poddawanego ocenie i ustawieniu anemometru w pobliżu drzew.

7.1 Przygotowywanie inklinometru do pracy

- Przymocować płytę podstawy do szyjki korzeniowej za pomocą śruby (jak najbliżej poziomu gruntu).
- Za pomocą głowicy kulowej wypoziomować płytę podstawy (korzystając z dwóch poziomic) i ustawić ją w pozycji poziomej.
- Wsunąć inklinometr na płytkę podstawy i zabezpieczyć go za pomocą śruby.
- Podłączyć panel wyświetlacza LED (dalej panel LED) pokazany na rysunku 7.
- Podłączyć przewody do akumulatora zewnętrznego (12 V DC). Upewnić się, że polaryzacja nie jest odwrócona!



Rysunek 8: Przyciski na panelu sterowania

- Odczekać aż zaświeci się dioda LED OK. W zależności od jakości odbioru sygnału GPS może to potrwać kilka minut.
- Gdy dioda LED OK się świeci, można wcisnąć przycisk SD START zlokalizowany na panelu sterowania z boku obudowy (patrz: rysunek 8). Przyciski należy przyciskać za pomocą rysika magnetycznego. Po wciśnięciu przycisku dioda LED OK zacznie migotać. W tym momencie użytkownik może odłączyć panel LED, jeżeli jest taka potrzeba.
- Uruchomić zapis danych przez wystarczająco długi okres (im dłużej tym lepiej, minimalna długość zapisu to 1 godzina, ale zalecamy prowadzenie zapisu danych przez 3 godziny).
- Wcisnąć przycisk STOP na panelu sterowania i odczekać chwilę, aż zakończy się zapis danych. (ok. 1-2 sekundy, do momentu zgaśnięcia diody LED SD (3).
- Przenieść dane z karty SD na inne urządzenie w celu dalszego przetwarzania (dalsze instrukcje zawarto w części 7.3).
- Odłączyć kabel zasilający.

Powyższe instrukcje są wystarczające, aby rozpocząć proces rejestracji danych. Niemniej jednak, w niektórych okolicznościach procedura opisana powyżej może częściowo lub całkowicie zawieść. Na szczęście wskaźniki oparte na 8 diodach LED umieszczonych na panelu LED (patrz: rysunek 7) zapewniają informacje dotyczące warunków pracy urządzenia. Poniżej przedstawiono bardziej szczegółowy opis interpretacji kombinacji wskazań występujących na panelu LED.
Podczas włączenia urządzenia wszystkie diody na panelu świecą się przez 1 sekundę. Inicjalizacja systemu wygląda następująco:

- Jeżeli zaświeci się dioda LOBAT, urządzenie nie będzie prowadzić zapisu danych. Należy wymienić baterię na naładowaną.
- Jeżeli okazuje się, że źródło zasilania jest odpowiednie, proces inicjalizacji trwa i następuje sprawdzanie siły sygnału GPS. Proces ten trwa maksymalnie 3 minuty, ale może zakończyć się już po 30 sekundach, jeżeli sygnał jest silny. Możliwe są 3 opcje:

  - Jeżeli dioda GPS przestanie się świecić, czas oraz pozycja zostały odczytane prawidłowo.
  - Jeżeli po upływie 3 minut dioda GPS nadal miga, czas został odczytany prawidłowo, ale pozycja nie została odczytana.
  - Jeżeli po upływie 3 minut dioda LED świeci światłem ciągłym, urządzenie nie odczytało ani czasu, ani pozycji. W takim przypadku należy upewnić się, że nic nie blokuje odbioru sygnałów z satelity, odłączyć przewody od akumulatora i ponownie uruchomić inicjalizację systemu przyłączając przewody zasilające ponownie. Jeżeli po ponownej inicjalizacji systemu nie zachodzi żadna z dwóch powyższych opcji (a podczas inicjalizacji nie zachodzą żadne inne usterki), urządzenie można nadal używać, ale trzeba będzie skorzystać z czasomierza zewnętrznego, aby zapisać czas wciśnięcia przycisków SD START i STOP. W takim przypadku należy skontaktować się z przedstawicielem producenta, aby uzyskać dalszą pomoc.

  . Jeżeli zapali się dioda INCL..M i świeci światłem ciągłym, występują problemy z odczytem danych z inklinometru, a zatem rejestracja danych nie będzie możliwa. Należy spróbować ponownie uruchomić proces inicjalizacji poprzez odłączenie i ponowne podłączenie akumulatora. Jeżeli to nie pomoże, należy skontaktować się z przedstawicielem producenta, aby uzyskać dalszą pomoc.
- Jeżeli dioda SD CARD świeci w sposób ciągły, oznacza to występowanie błędów na karcie SD – rejestracja danych nie będzie możliwa. Należy wymienić kartę SD na nieuszkodzoną.

Podsumowując, jeżeli którakolwiek z diod LED LOBAT, SD CARD lub INCL..M świeci się w sposób ciągły, korzystanie z urządzenia w trybie zapisu danych nie będzie możliwe. Jeżeli dioda GPS świeci się (w sposób ciągły lub przerywany), urządzenie będzie pracować, ale należy ręcznie zanotować czas rozpoczęcia i

zakończenia pomiaru. Jeżeli zgasną wszystkie diody oprócz diody OK, proces inicjalizacji zakończył się pomyślnie i można przystąpić do rejestracji danych.

7.2 Przygotowywanie anemometru do pracy

Zmontować wieżę anemometru, zamontować anemometr na jej czubku i ustawić wieżę. Odczyty prędkości wiatru są przesyłane i zapisywane w skrzynce oprzyrządowania w dolnej części wieży.

Uruchomienie i zatrzymanie rejestracji danych odbywa się praktycznie w taki sam sposób jak w przypadku inklinometru, który opisano powyżej. Skrzynka oprzyrządowania zawiera taki sam panel sterowania (łącznie z przyciskami start i stop) jak inklinometr.

Nie należy zapomnieć o wciśnięciu przycisku “Tara” we wnętrzu skrzynki oprzyrządowania przed uniesieniem anemometru. Czujnik należy przykryć plastikową torbą, aby zapobiec wnikaniu wiatru do strefy czujnika podczas tarowania. Po zakończeniu tarowania zdjąć torbę plastikową z czujnika.

UWAGA! Należy upewnić się, że przygotowanie anemometru do pracy i uruchomienie go nastąpi przed przystąpieniem do uruchomienia inklinometru (inklinometrów), w przeciwnym razie nie będzie możliwości ewaluacji części danych na temat nachylenia, które zapisano przed uruchomieniem anemometru.

7.3 Przenoszenie danych z karty SD na inne urządzenie

Czasie trwania fazy rejestracji danych na karcie SD będącej na wyposażeniu inklinometru lub anemometru tworzone są pliki z rozszerzeniem txt lub csv. Liczba plików csv odpowiada w przybliżeniu liczbie godzin działania inklinometru i trzykrotności liczby godzin pracy anemometru. Program do oceny (DynaRoot) automatycznie interpretuje format dostępnych danych, nie ma więc potrzeby wykonywania żadnych wstępnych konwersji plików.

Po zakończeniu fazy rejestracji danych należy przenieść dane zapisane na karcie SD w skrzynce oprzyrządowania na urządzenie mobilne lub komputer w celu wykonania dalszych analiz. Są dwa sposoby na przeprowadzenie tej operacji:

1. Otworzyć skrzynkę oprzyrządowania i ręcznie wyciągnąć kartę SD.
2. Aktywować tryb Wi-Fi i pobrać lub usunąć dane z karty SD przez serwer FTP bez otwierania obudowy.

Pierwsza z wymienionych wyżej metod jest bardzo prosta i nie będzie tu szczegółowo opisywana.

UWAGA! Należy się zawsze upewnić, że wskaźnik LED OK na wyświetlaczu LED świeci się w trybie ciągłym. Migająca dioda oznacza, że trwa zapis i należy go zakończyć wciskając przycisk STOP na urządzeniu. Usunięcie karty SD z urządzenia, gdy zielona dioda LED OK miga może doprowadzić do utraty danych lub uszkodzenia karty SD.

Ponieważ metoda ta charakteryzuje się drobną niedogodnością w postaci konieczności otwierania obudowy urządzenia, Fakopp oferuje inne rozwiązanie opierające się na technologii bezprzewodowego przesyłu danych. Bezprzewodowe przesyłanie danych na urządzenie zewnętrzne wyposażone w bezprzewodową kartę sieciową polega na:

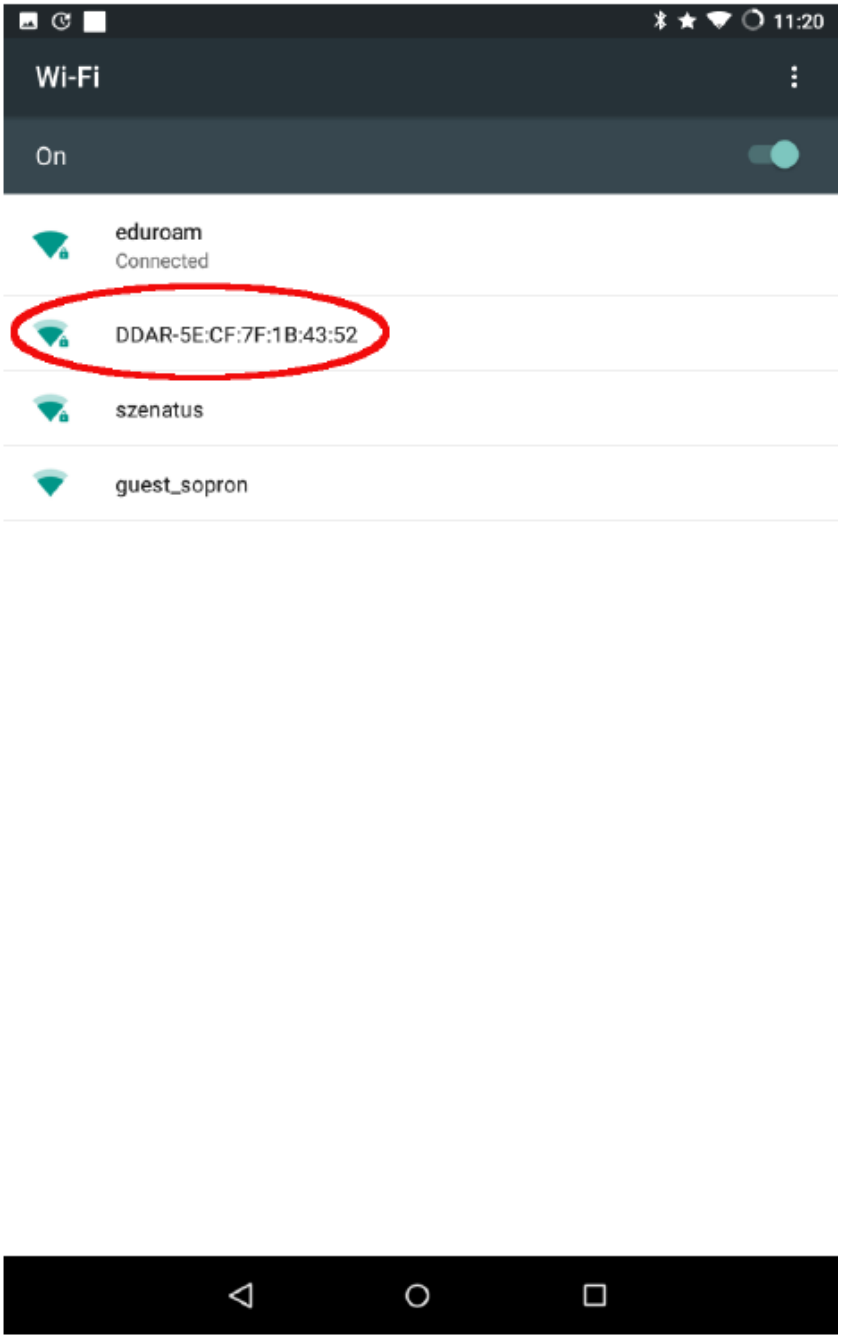
1. Przełączeniu urządzenia w tryb pracy Wi-Fi,
2. Połączeniu urządzenia zewnętrznego z siecią bezprzewodową urządzenia pomiarowego, oraz
3. Pobraniu danych na urządzenie zewnętrzne za pomocą protokołu FTP.

W celu ustanowienia połączenia Wi-Fi, należy uruchomić tryb pracy Wi-Fi wciskając przycisk WIFI START.

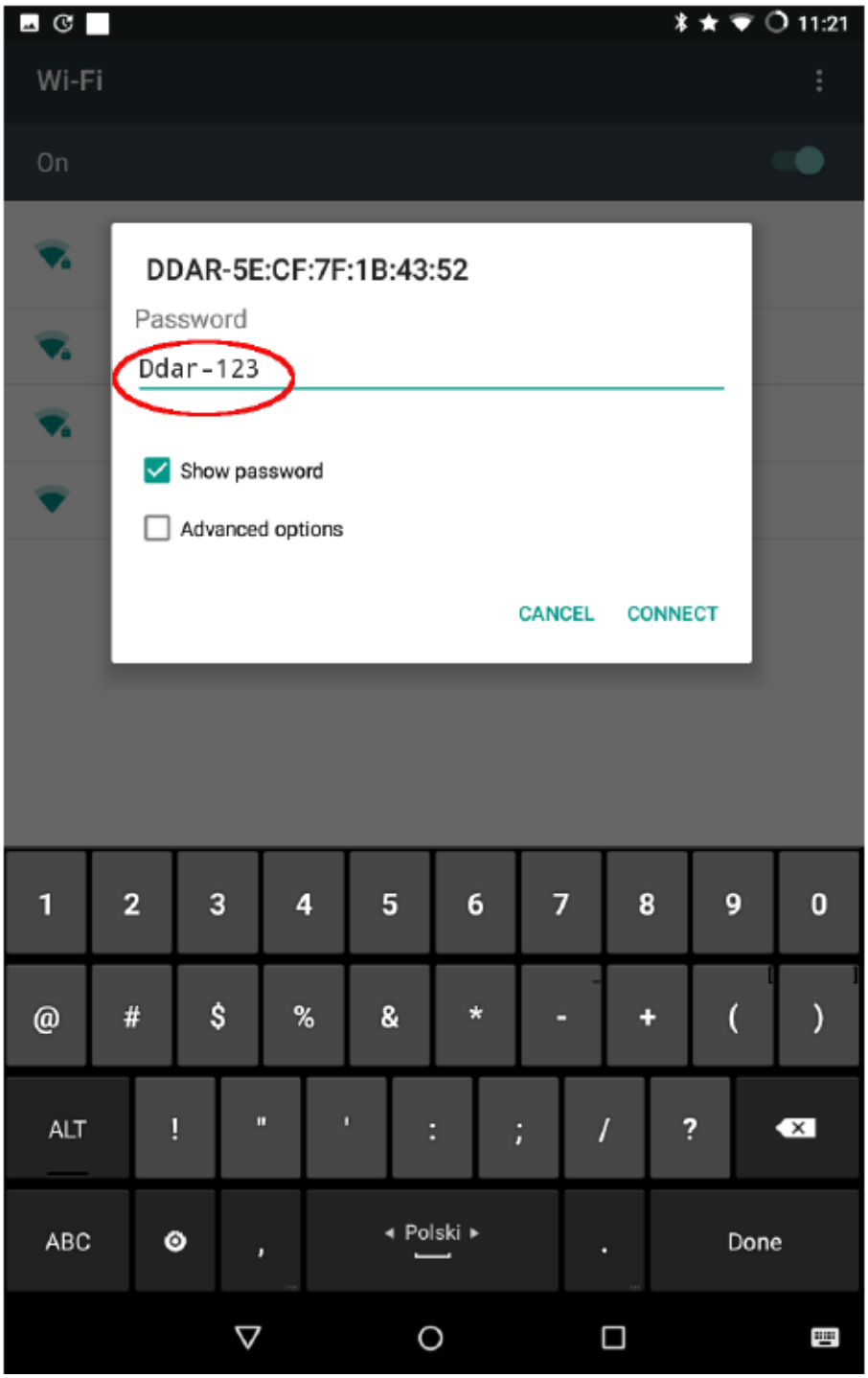
UWAGA! Jeżeli zielony wskaźnik LED z symbolem OK na panelu LED miga, proces rejestracji danych nie został jeszcze zakończony. Należy zakończyć proces wciskając przycisk STOP przed uruchomieniem trybu Wi-Fi.

Pomyślne uruchomienie trybu Wi-Fi jest sygnalizowane poprzez świecenie wskaźnika LED WIFI w trybie ciągłym. Urządzenie pomiarowe może wówczas przyjmować żądania połączenia bezprzewodowego pochodzące z urządzeń zewnętrznych wyposażonych w interfejs łączności bezprzewodowej Wi-Fi (laptop,

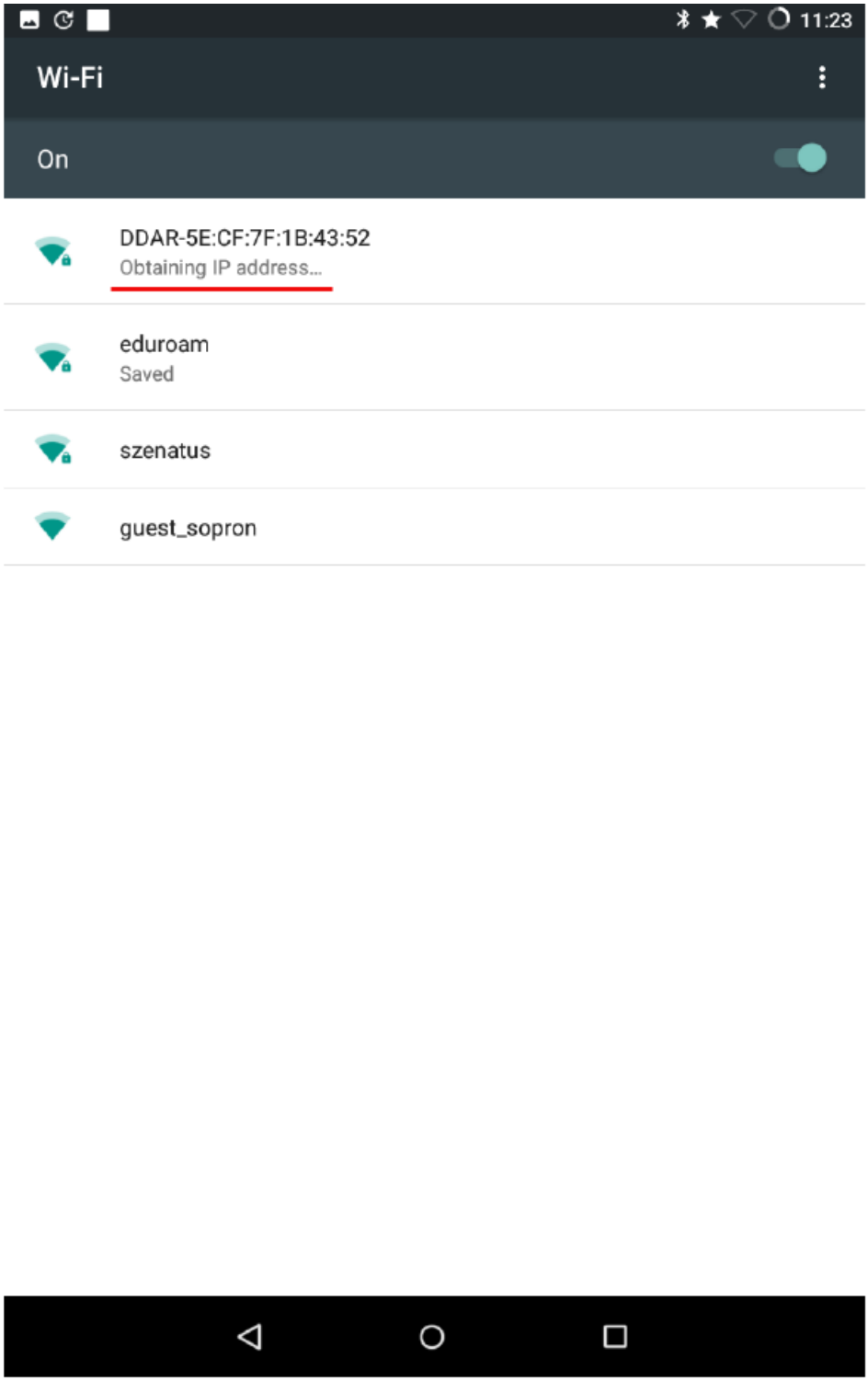
urządzenie mobilne, a nawet komputer stacjonarny PC). Identyfikator sieci SSID z którą należy się połączyć ma zawsze następujący format: DDAR-XX:XX:XX:XX:XX:XX, w którym część identyfikatora sieciowego SSID występująca po łączniku – jest ważnym adresem MAC przypisanym unikalnie do zakupionej instancji urządzenia. Podczas uwierzytelniania stosowany jest protokół bezpieczeństwa WPA zabezpieczony hasłem. W dalszej części instrukcji przedstawimy proces łączenia z siecią Wi-Fi dla urządzenia, które opiera się na systemie Android. Kroki, które należy wykonać w celu nawiązania połączenia są bardzo podobne w przypadku innych platform (należy zapoznać się z załącznikiem A, w którym opisano procedurę obowiązującą dla systemu Windows 10).



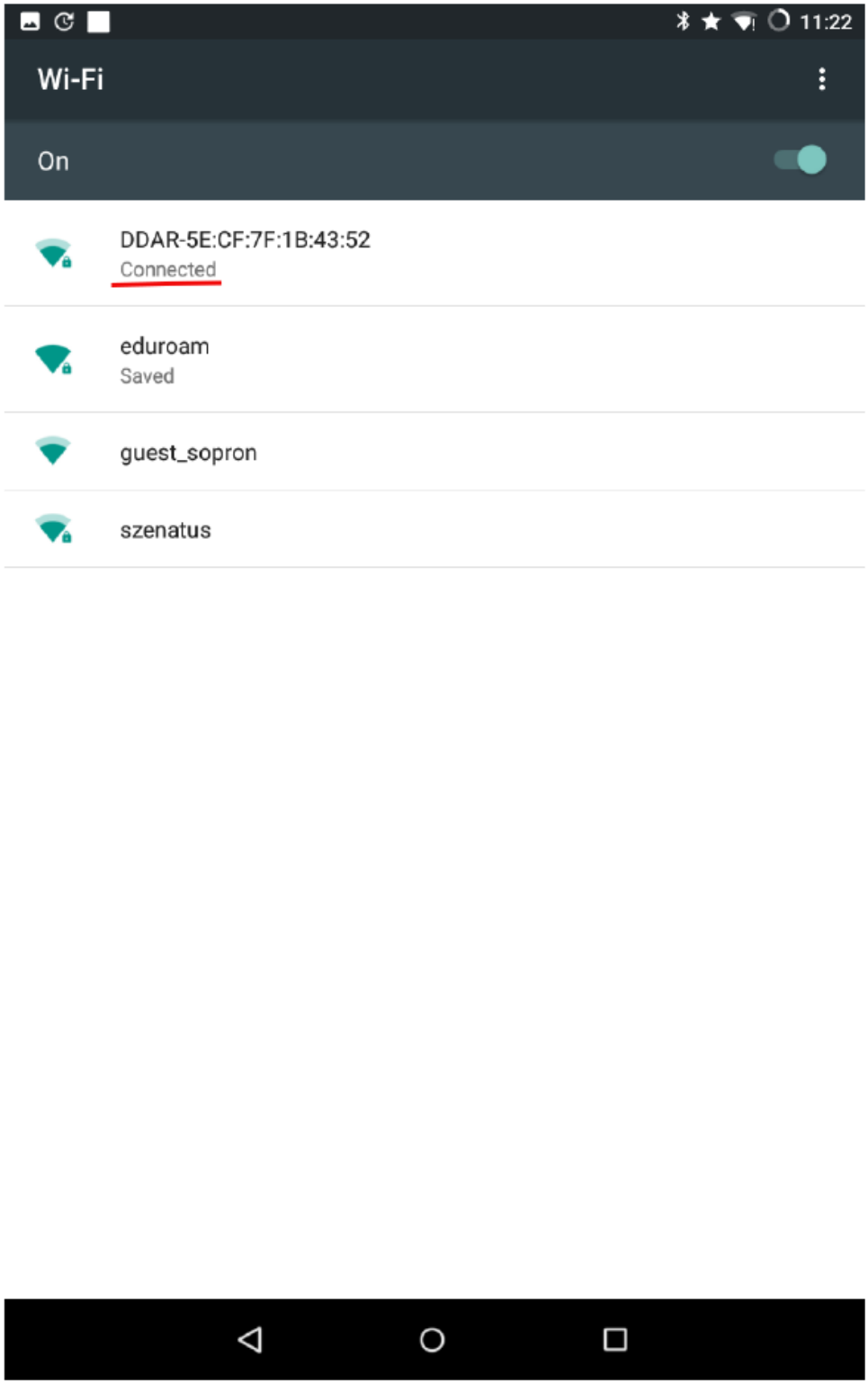
Rysunek 9: Przejść do menu Ustawienia/Wi-Fi, aby zobaczyć dostępne sieci Wi-Fi. Wybrać sieć opisaną identyfikatorem sieciowym SSID DDAR-XX:XX:XX:XX:XX:XX, w którym część następująca po łączniku jest unikalnym adresem MAC urządzenia. W konkretnym przypadku zaprezentowanym na poniższym rysunku jest to następująca sekwencja znaków: 5E:CF:7F:1B:43:52. Oczywiście, w przypadku zakupu dwóch różnych rejestratorów HPI, każde z tych urządzeń będzie miało inny identyfikator sieciowy SSID.



Rysunek 10: Wprowadzić hasło Ddar-123.



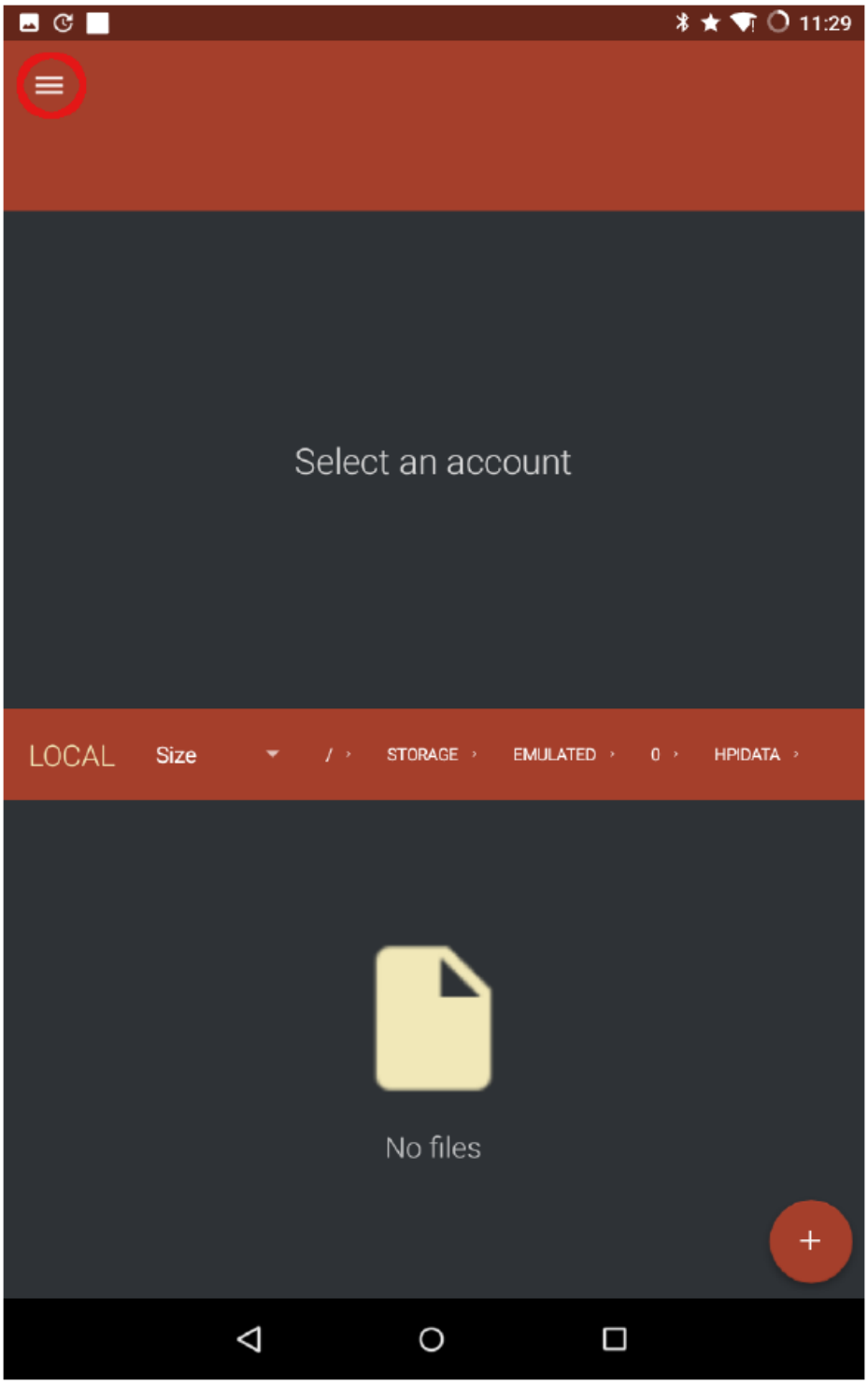
Rysunek 11: Komunikat systemowy “Pobieranie adresu IP...” powinien pojawić się pod nazwą sieci.



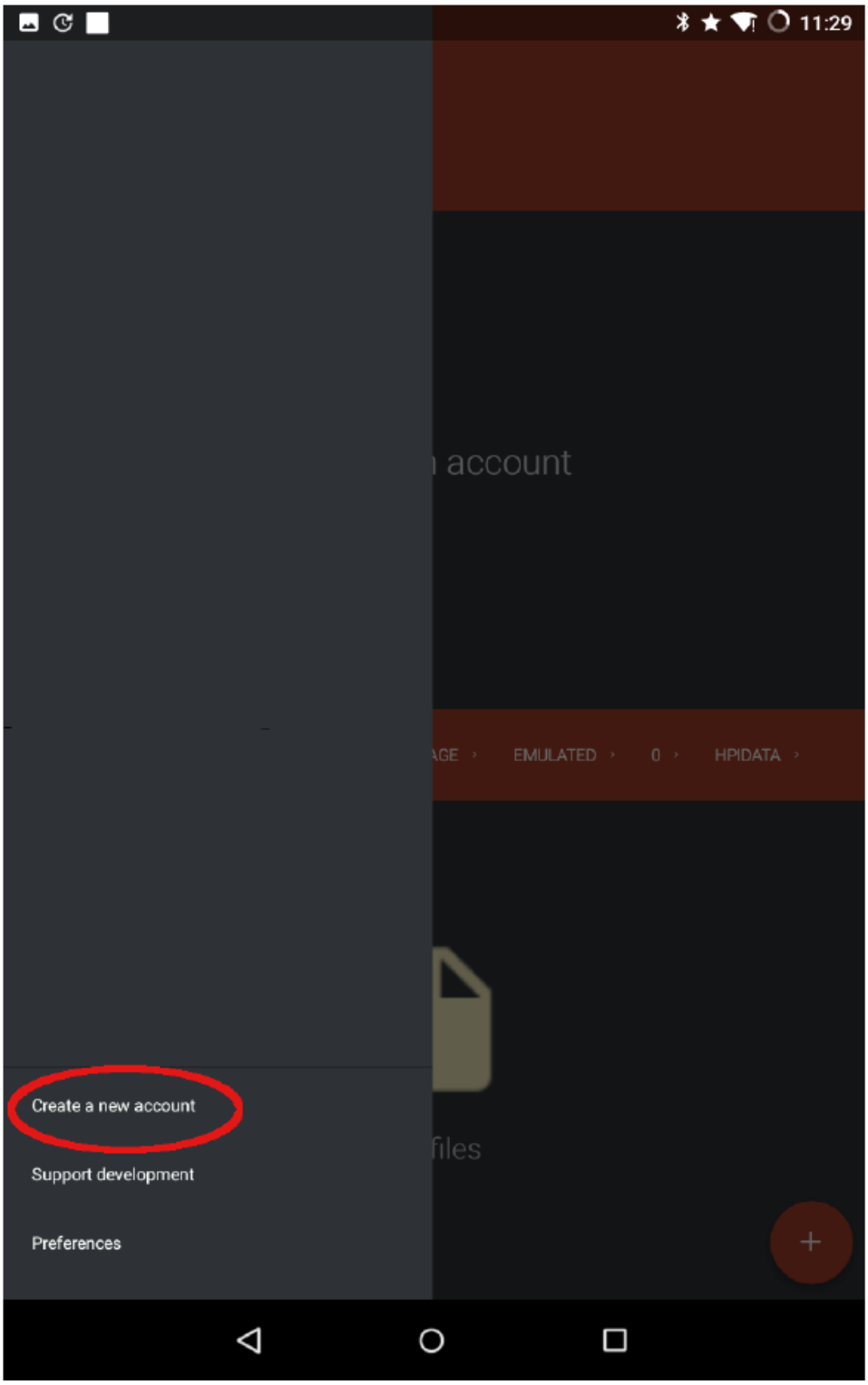
Rysunek 12: Po ustanowieniu połączenia komunikat, który widniał na poprzednim zrzucie ekranu zmienia się na "połączono".

Po ustanowieniu połączenia z siecią Wi-Fi urządzenia pomiarowego można przystąpić do transferu/usuwania danych za pomocą odpowiedniego klienta FTP. W pierwszej kolejności przedstawimy przebieg tego procesu dla urządzenia działającego na systemie Android i korzystającego z klienta FTP o nazwie Turbo FTP [1]. Należy wykonać następujące kroki:

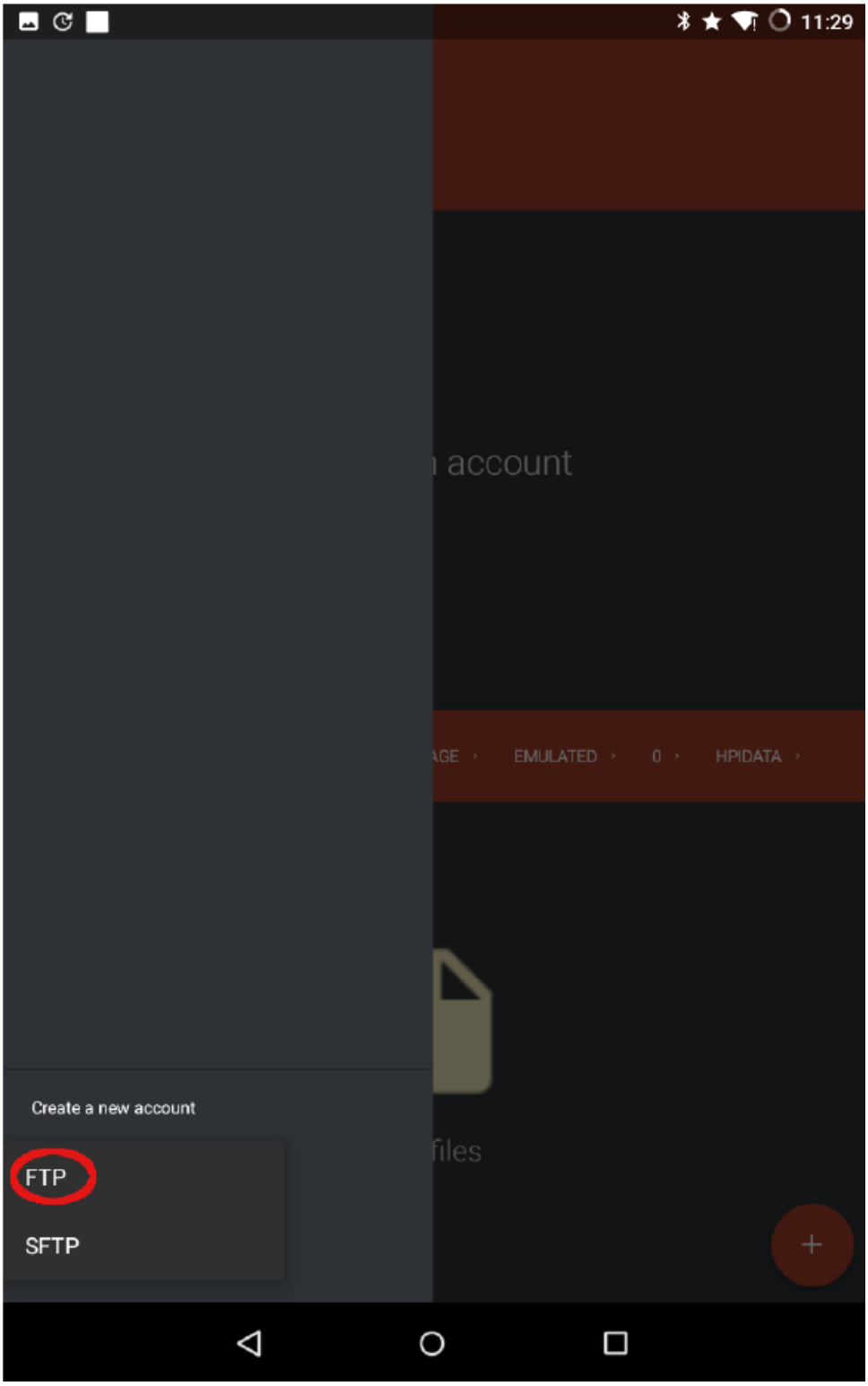
[1] https://play.google.com/store/apps/details?id=turbo.client



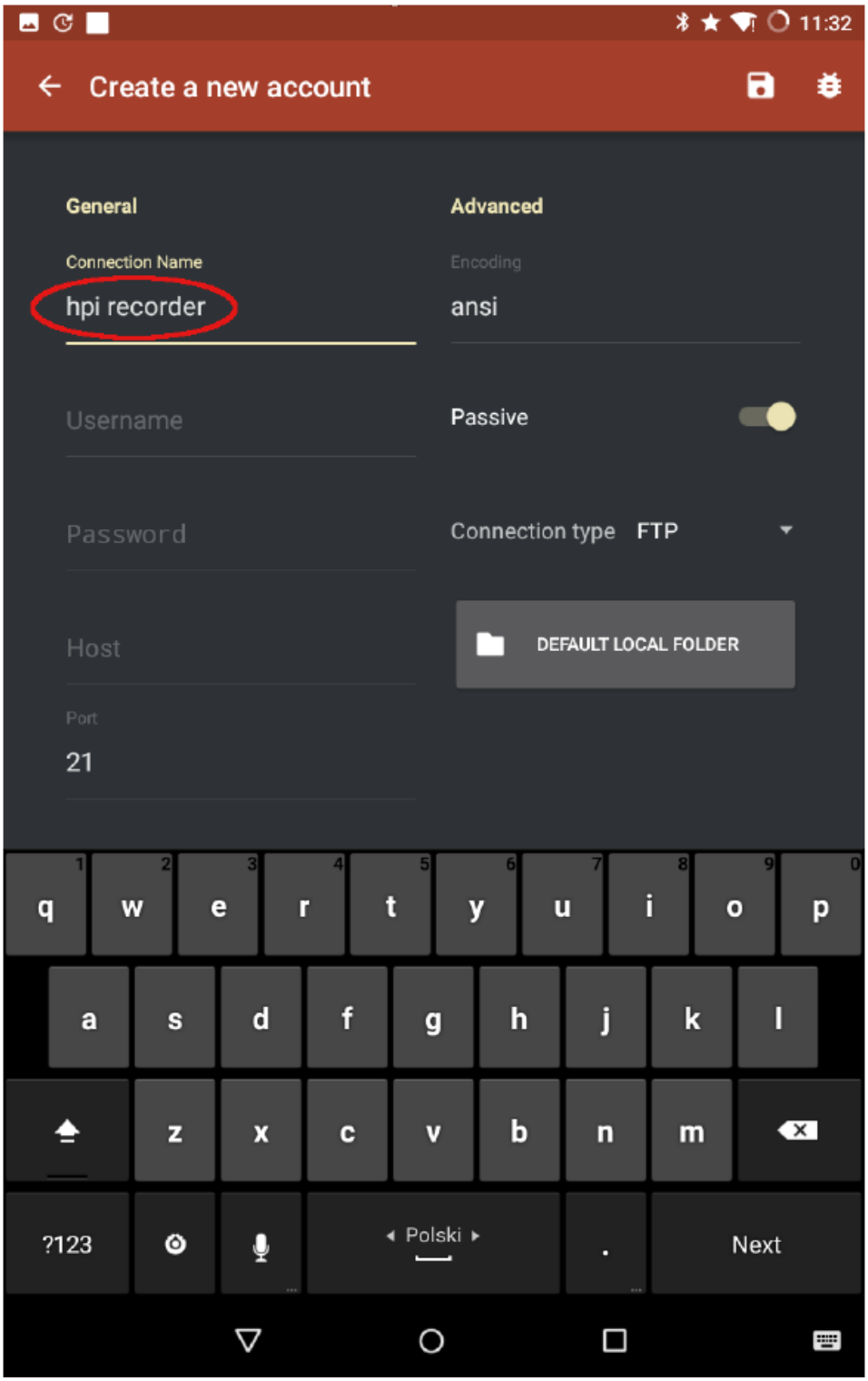
Rysunek 13: Wcisnąć ikonę menu znajdującą się w lewym górnym rogu. Jeżeli panel menu jest już aktywny, krok ten należy pominąć.



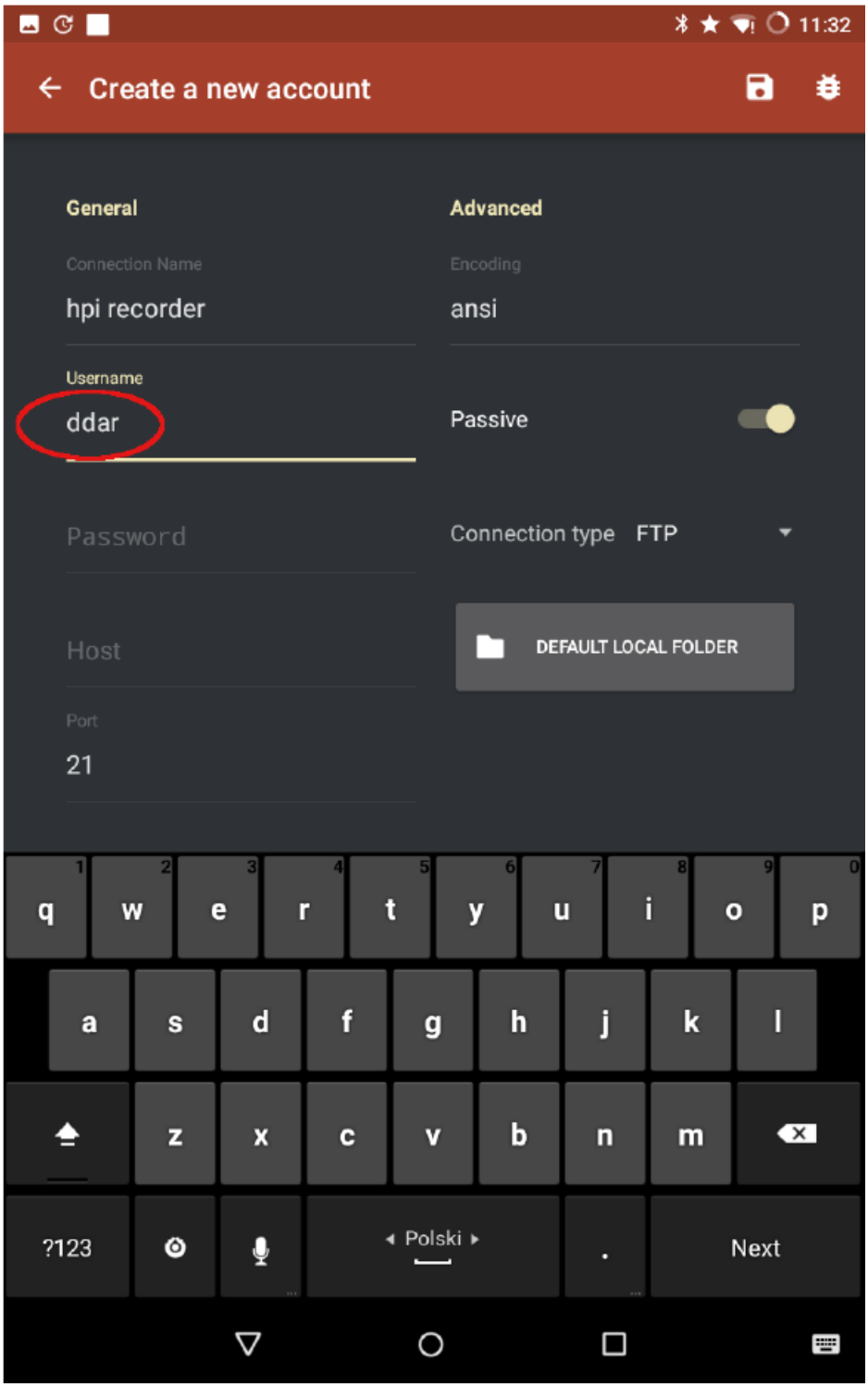
Rysunek 14: Wybrać z menu pozycję "Create a new account" (Utwórz nowe konto).



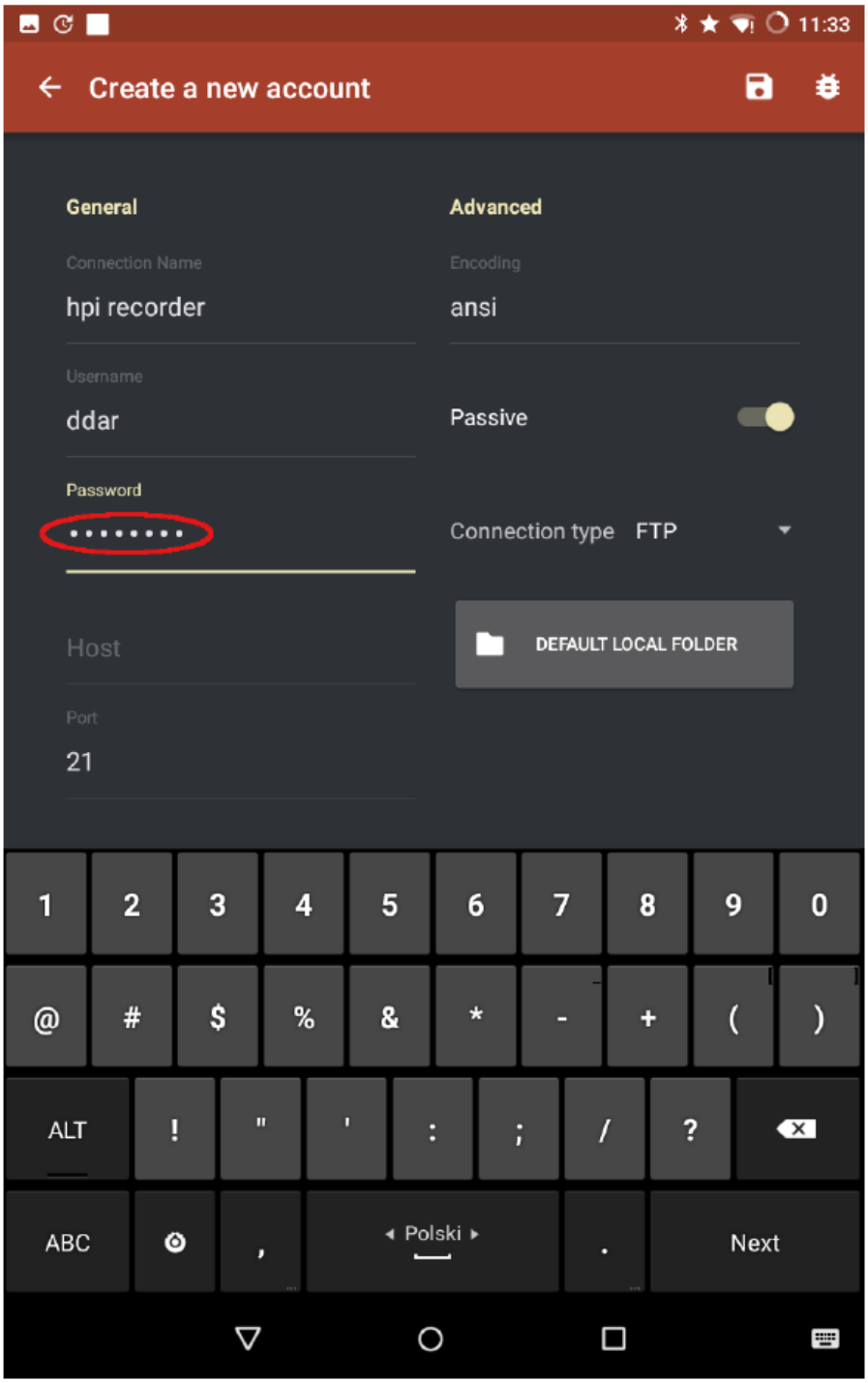
Rysunek 15: Wybrać pozycję "FTP".



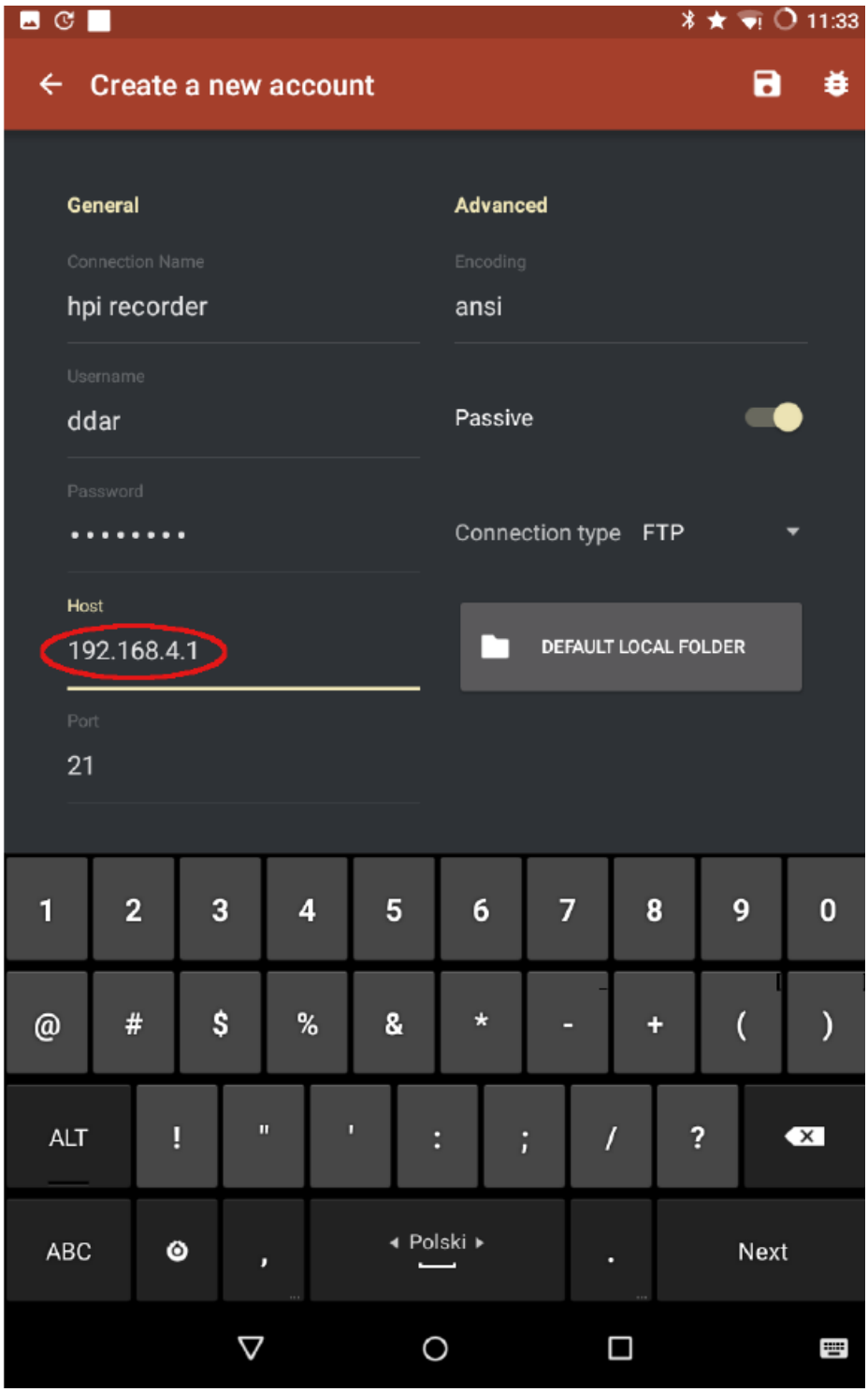
Rysunek 16: Wprowadzić dowolną nazwę użytkownika w polu "Connection Name" (Nazwa połączenia). W powyższym przykładzie połączenie nazwano "hpi recorder", co jest skrótem od frazy High Precision Inclination Recorder (Precyzyjny Rejestrator Nachylenia).



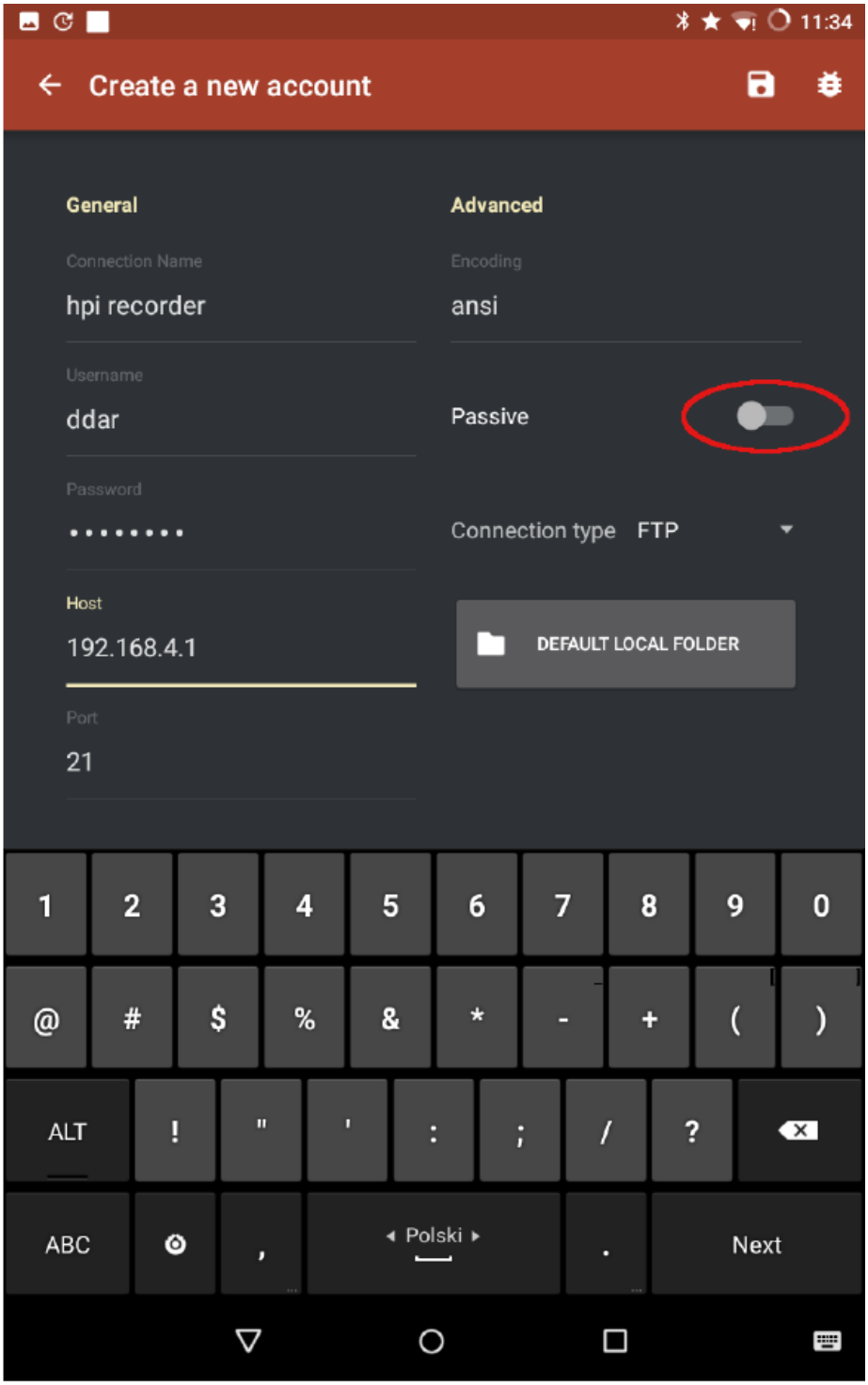
Rysunek 17: Wprowadzić "ddar" w polu "Username" (Nazwa użytkownika).



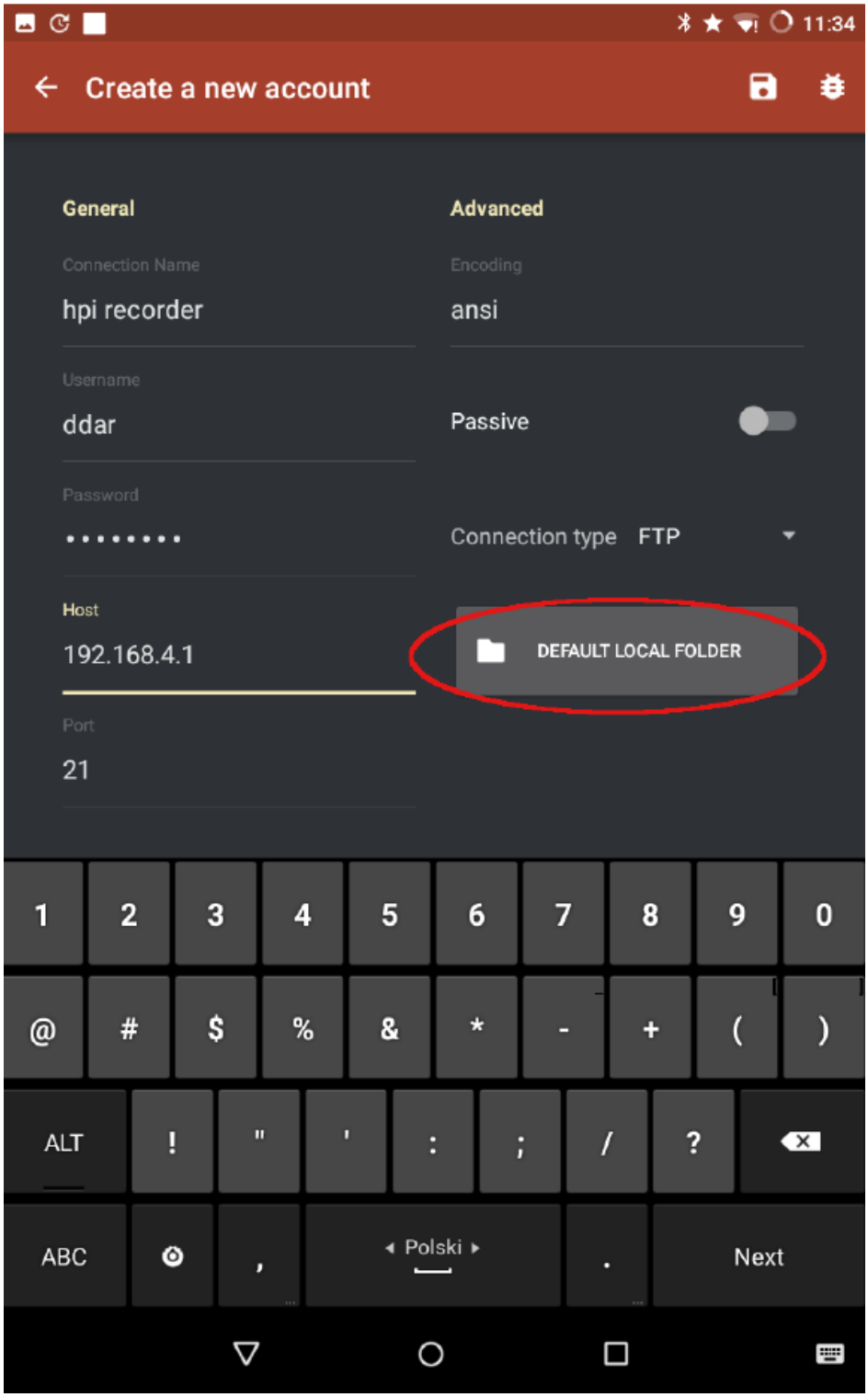
Rysunek 18: Wprowadzić "ddar9876" w polu "Password" (Hasło).



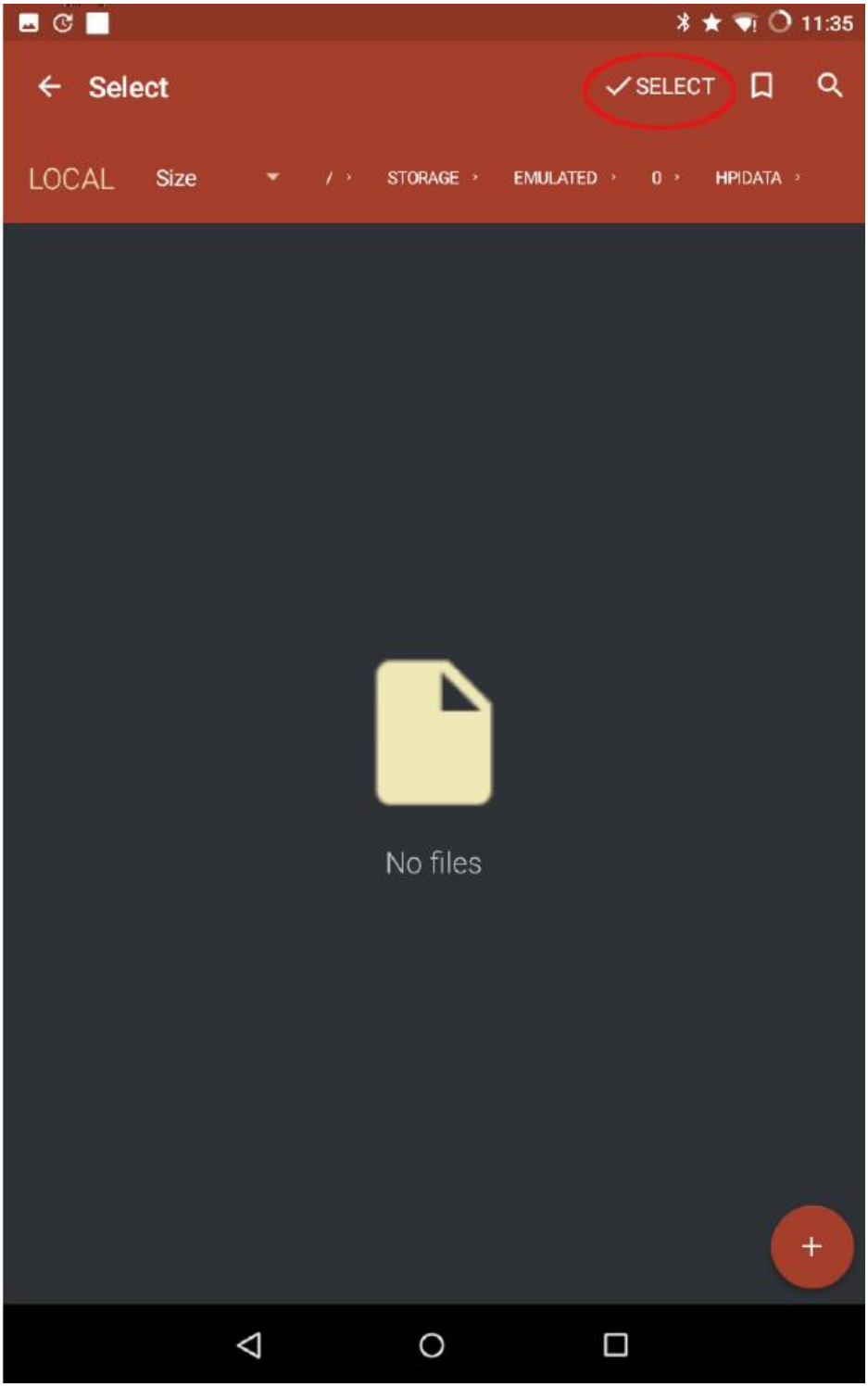
Rysunek 19: Wprowadzić następujący adres IP "192.168.4.1" w polu Host.



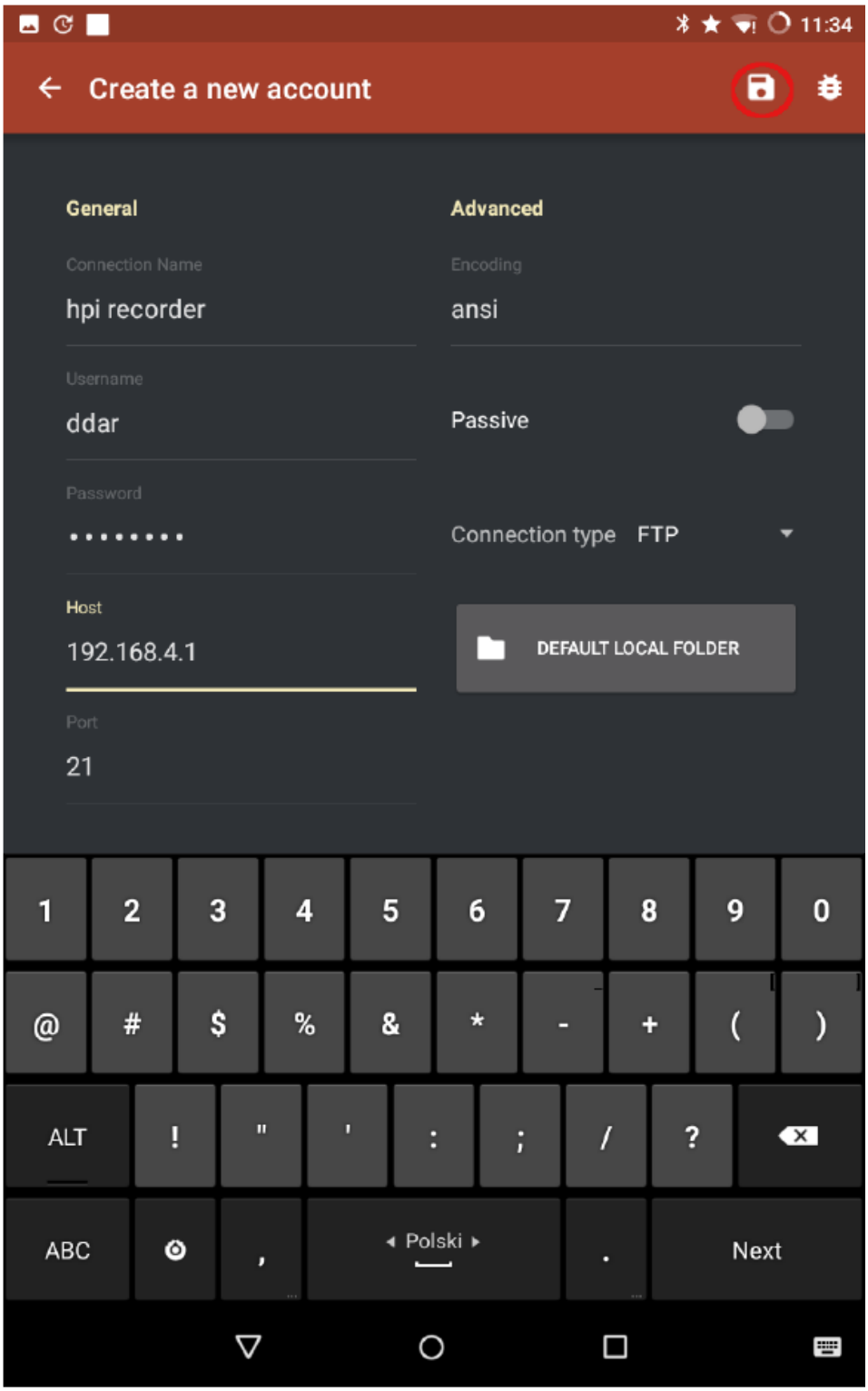
Rysunek 20: Wyłączyć tryb pasywny.



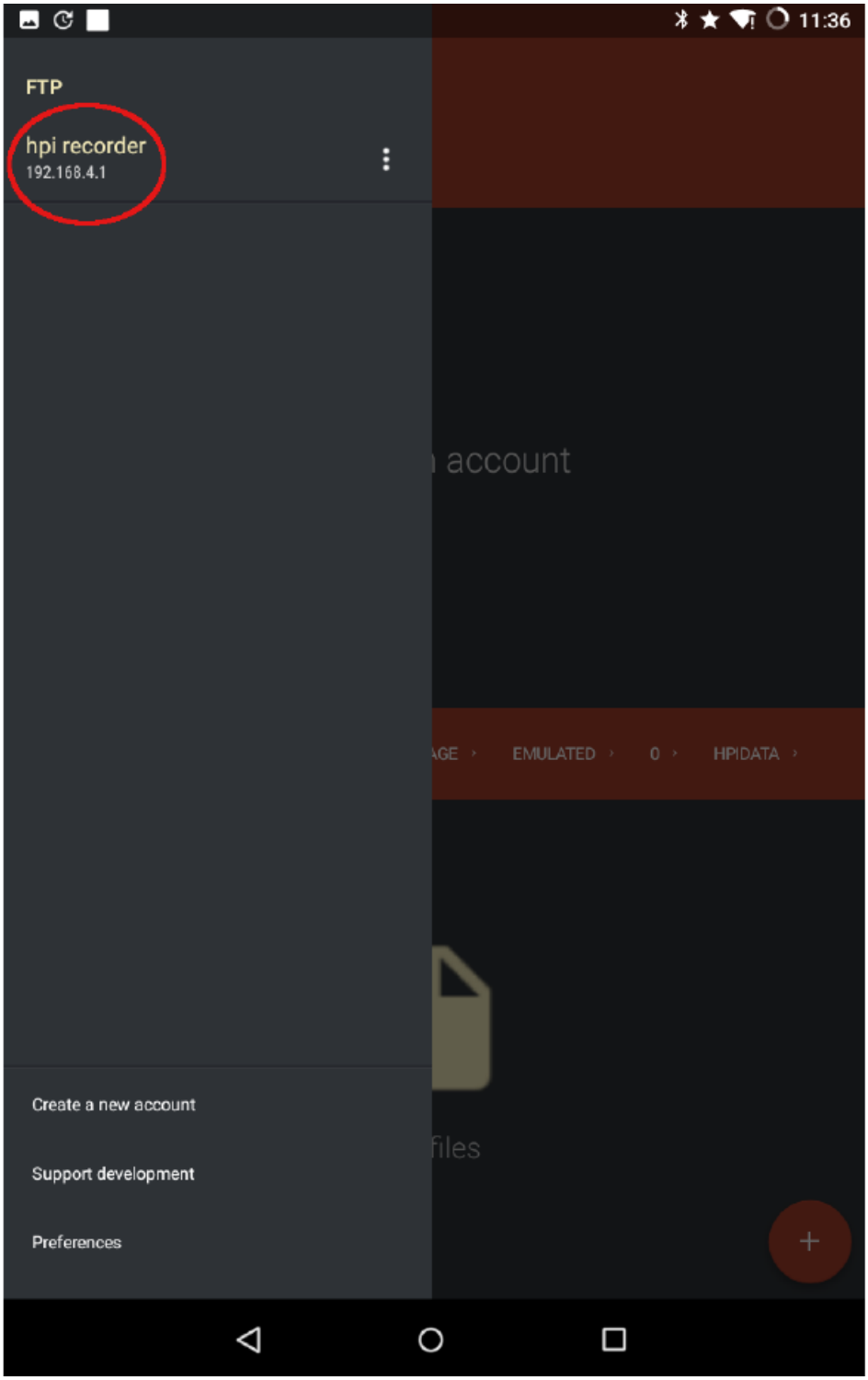
Rysunek 21: Wcisnąć przycisk "DEFAULT LOCAL FOLDER" (Domyślny folder lokalny), aby wskazać folder, w którym zapisywane będą dane importowane z karty SD.



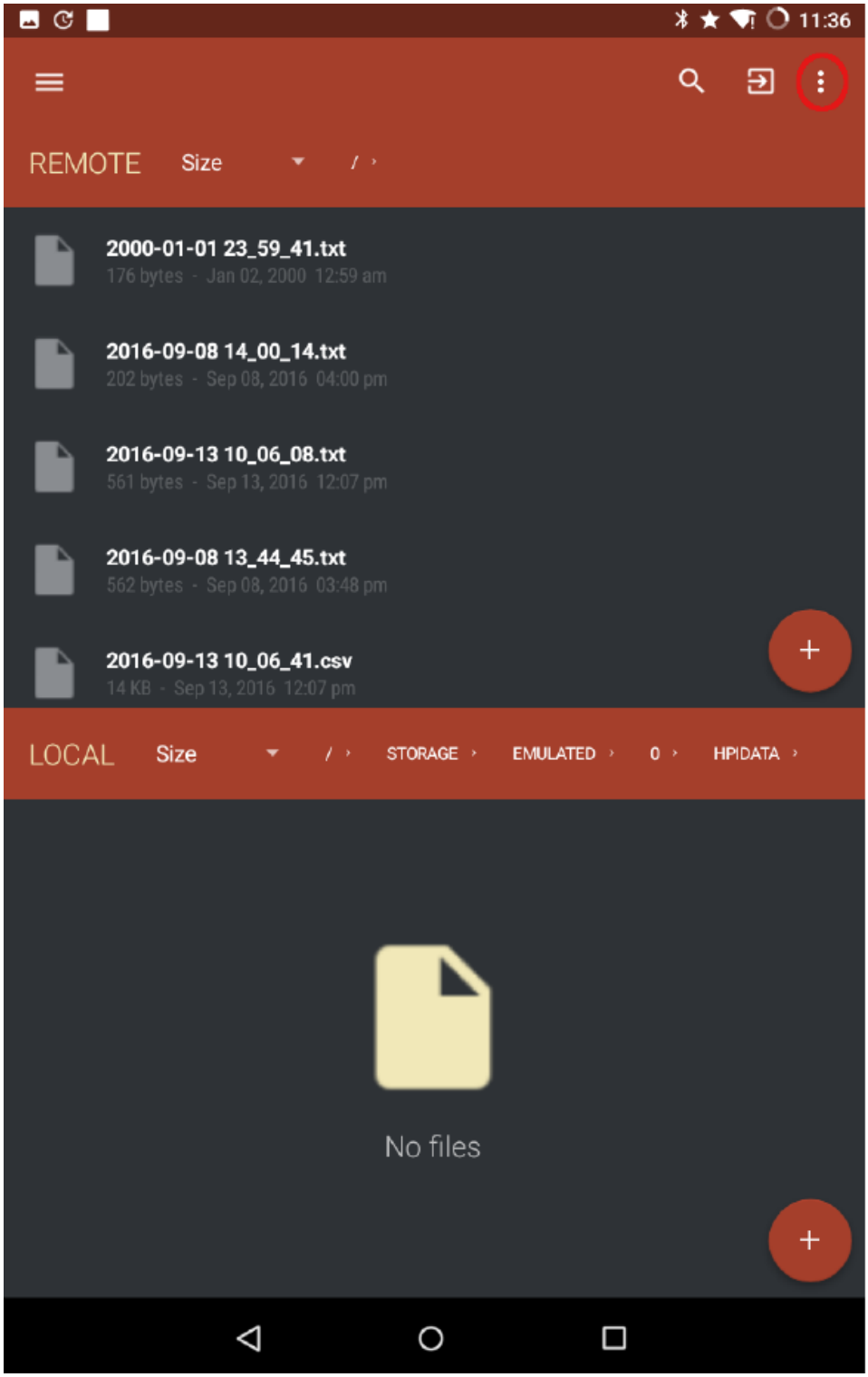
Rysunek 22: Przejść do pożądanego folderu na urządzeniu i wcisnąć "v^SELECT" (v^Wybierz). W poniższym przykładzie wybrano folder o nazwie "hpidata".



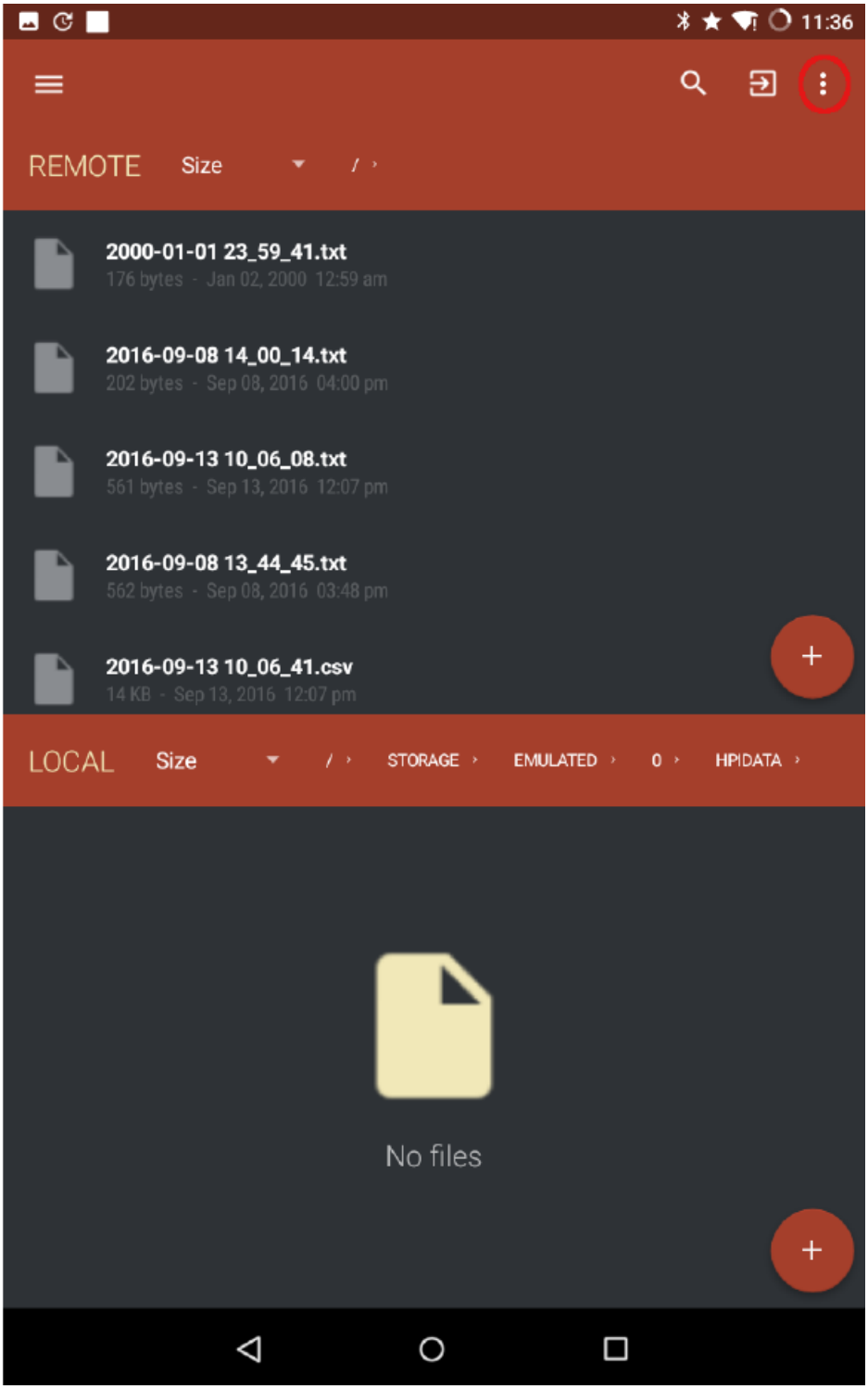
Rysunek 23: Wcisnąć ikonę zapisu w prawym górnym rogu.



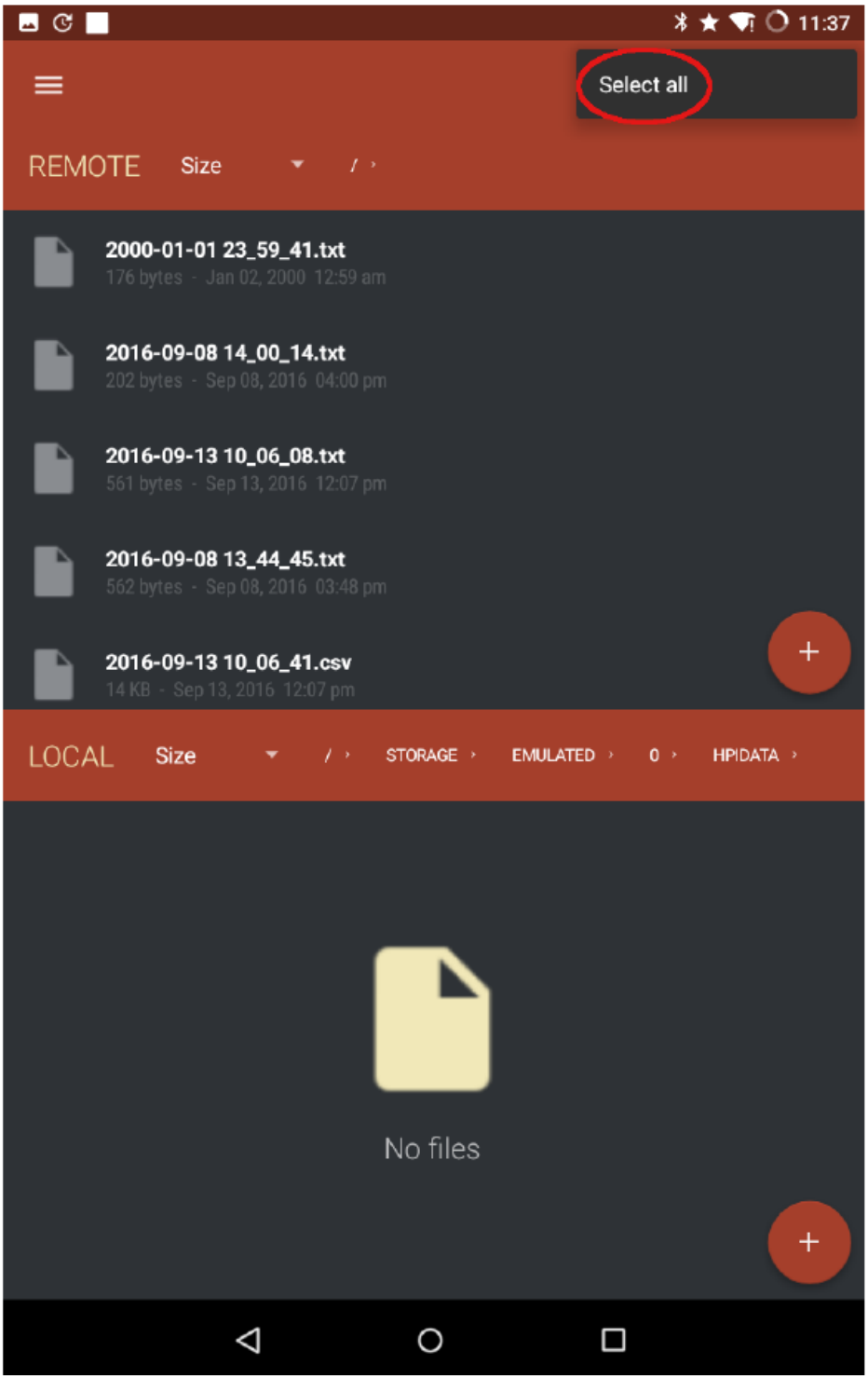
Rysunek 24: Ponownie nacisnąć ikonę menu. Nowe połączenie o nazwie "hpi recorder" powinno pojawić się na liście. Nacisnąć to połączenie, aby aktywować FTP dla urządzenia pomiarowego.



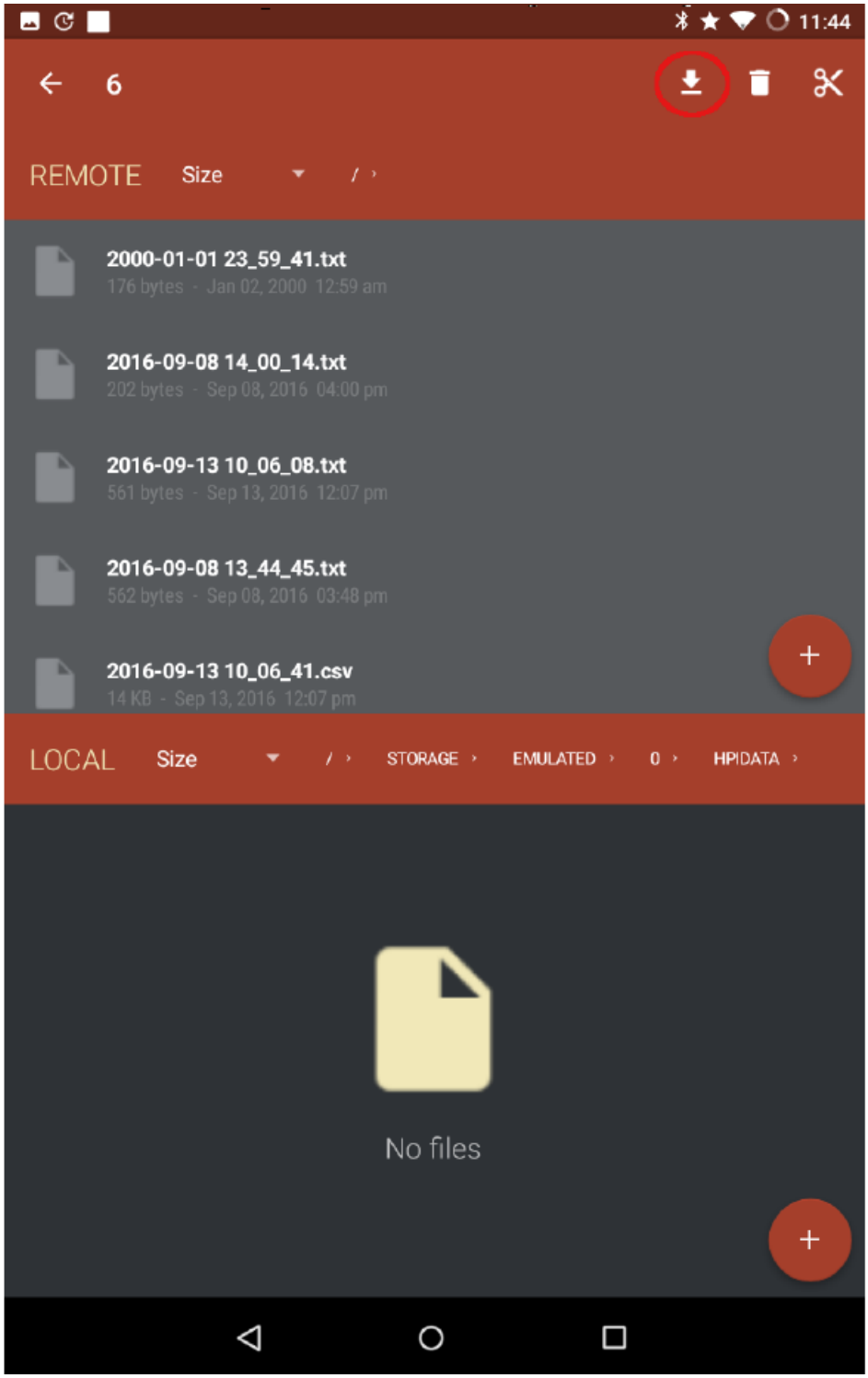
Rysunek 25: Lista plików dostępnych na karcie SD urządzenia pomiarowego powinna pojawić się na panelu REMOTE (Urządzenia zdalne) w aplikacji.



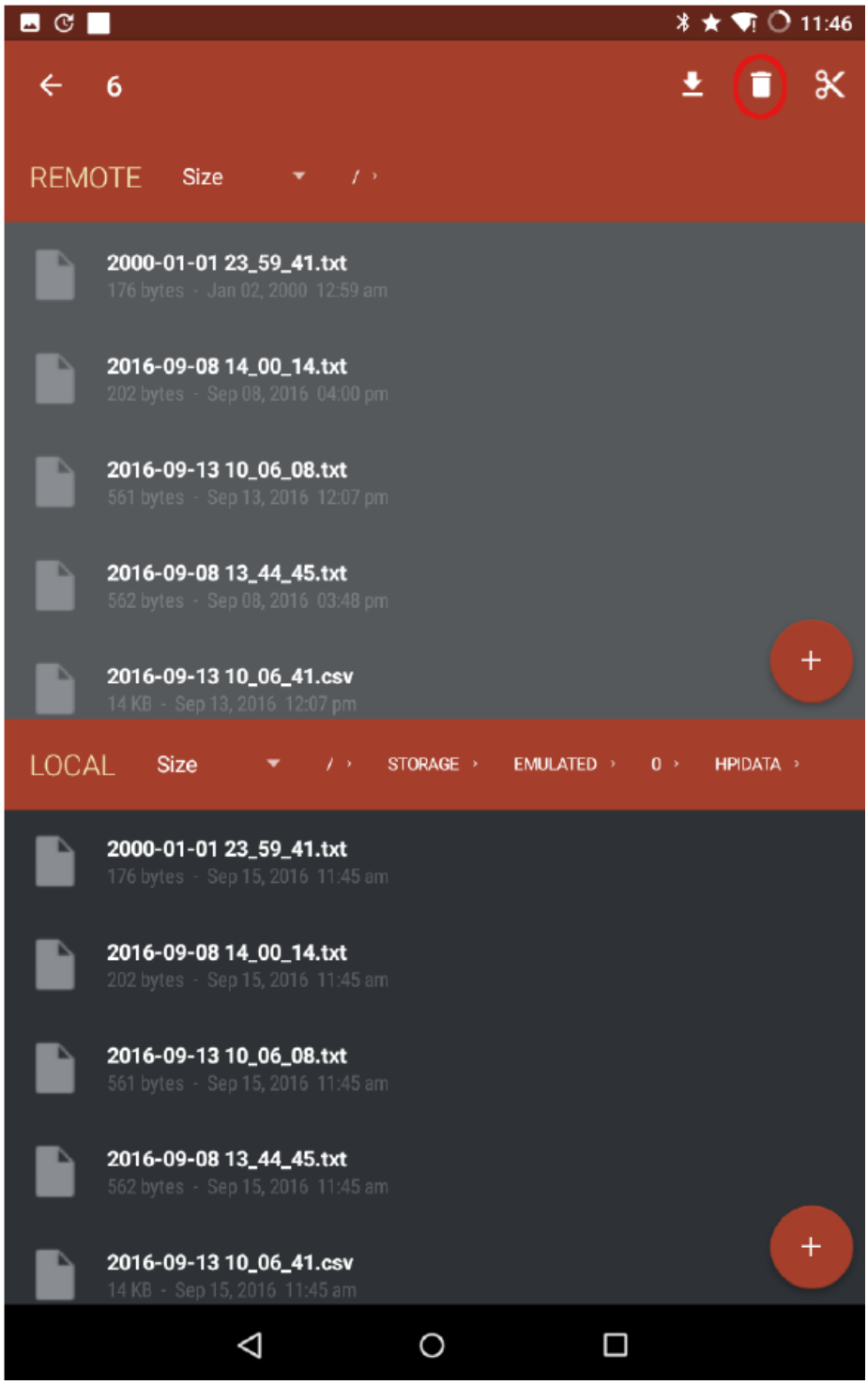
Rysunek 26: Lista plików dostępnych na karcie SD urządzenia pomiarowego powinna pojawić się na panelu REMOTE (Urządzenia zdalne) w aplikacji. Aby pobrać plik, najpierw należy go wybrać. Wcisnąć ikonę menu w prawym górnym rogu.



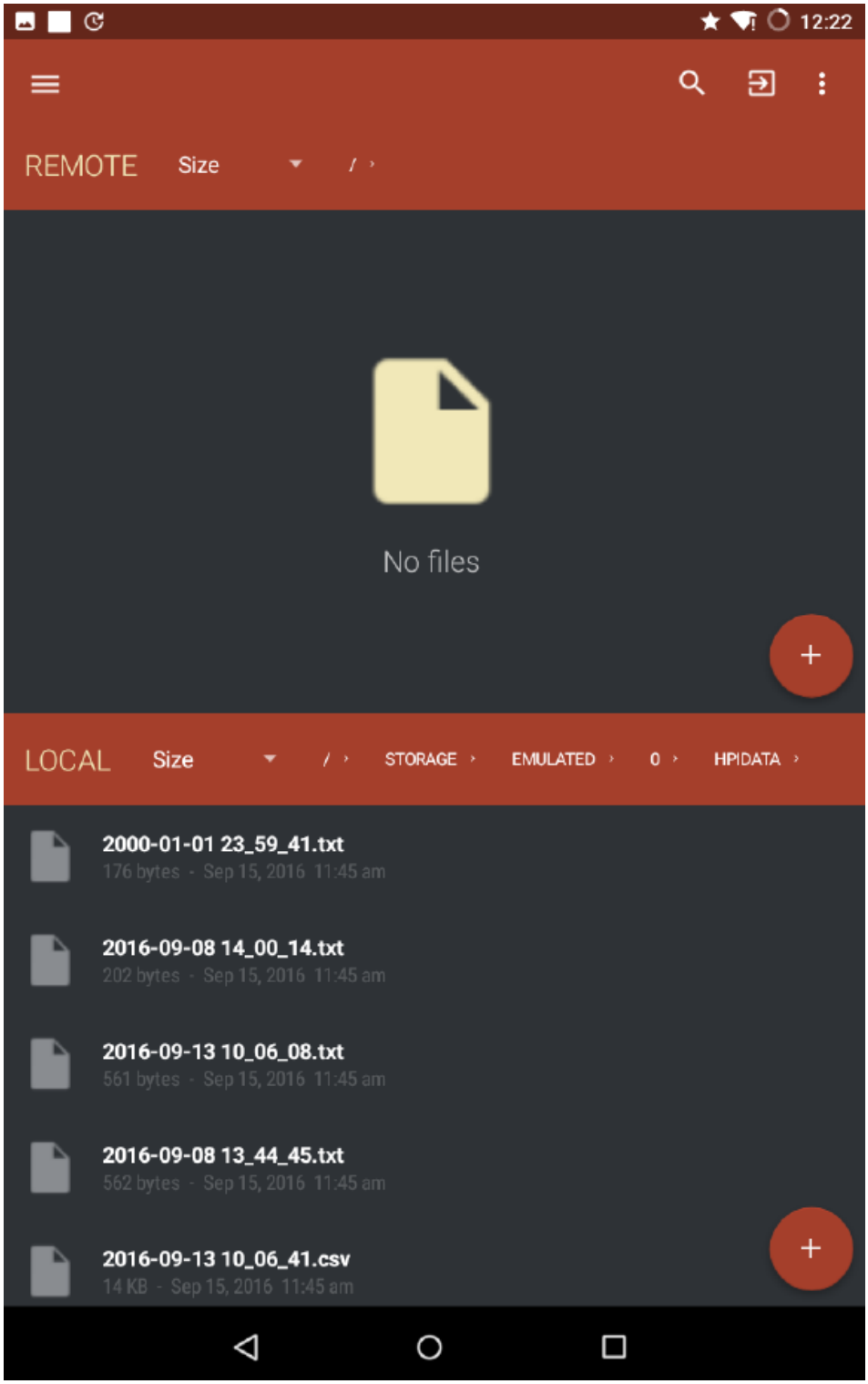
Rysunek 27: ...i wybrać pozycję "Select all" (Wybierz wszystkie) z menu rozwijalnego.



Rysunek 28: Wcisnąć ikonę pobierania danych, aby zapoczątkować proces.



Rysunek 29: Po zakończeniu procesu, pobrane pliki natychmiast pojawią się w panelu z nagłówkiem "LOCAL" (Lokalne). Opcjonalnie można wcisnąć ikonę w kształcie kosza na śmieci, aby usunąć wybrane pliki z karty SD urządzenia pomiarowego. Opróżnienie karty SD jest wysoce zalecane przed ponownym uruchomieniem urządzenia pomiarowego w celu uniknięcia mieszania danych.

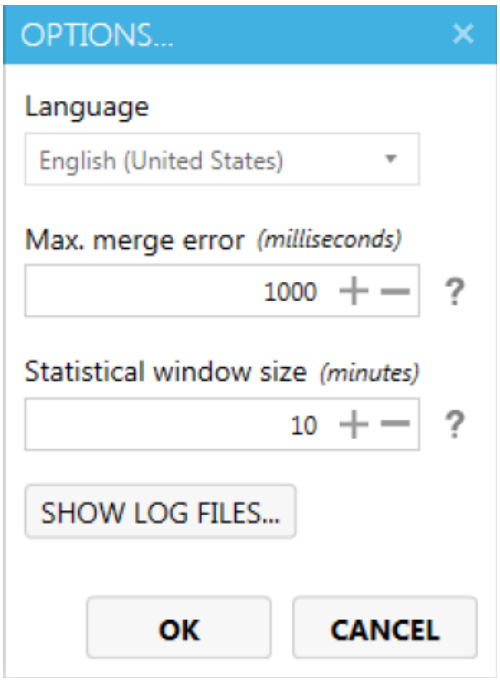


Rysunek 30: Jeżeli w kroku opisanym powyżej wciśnięta została ikona kosza na śmieci, wszystkie pliki widoczne uprzednio w panelu "REMOTE" znikną, tj. zostaną usunięte z karty SD urządzenia pomiarowego.

7.4 Analiza danych za pomocą oprogramowania DynaRoot

W dalszej części niniejszego podrozdziału zakładamy, że dane zostały pomyślnie przeniesione z inklinometru (inklinometrów) i anemometru na komputer pracujący na systemie operacyjnym MS Windows, na którym zainstalowano oprogramowanie DynaRoot. Po uruchomieniu programu, w pierwszej kolejności należy uzyskać dostęp do menu opcje, które znajduje się w górnym lewym rogu. Patrz: rysunek 31

zawierający zrzut ekranu z widokiem menu. W tym miejscu można dokonać wyboru języka (domyślnym językiem jest angielski). Pozycja "Maximum merge error" (Maksymalny błąd łączenia) pozwala na określenie jaka porcja danych dotyczących wiatru i nachylenia może być przesunięta względem siebie. Pozycja "Statistical window size" (Wielkość okna statystycznego) określa długość interwału, w którym generowane są parametry statystyczne prędkości wiatru i nachylenia. Informację tę wystarczy określić jednorazowo.



Rysunek 31: Widok menu "Opcje"

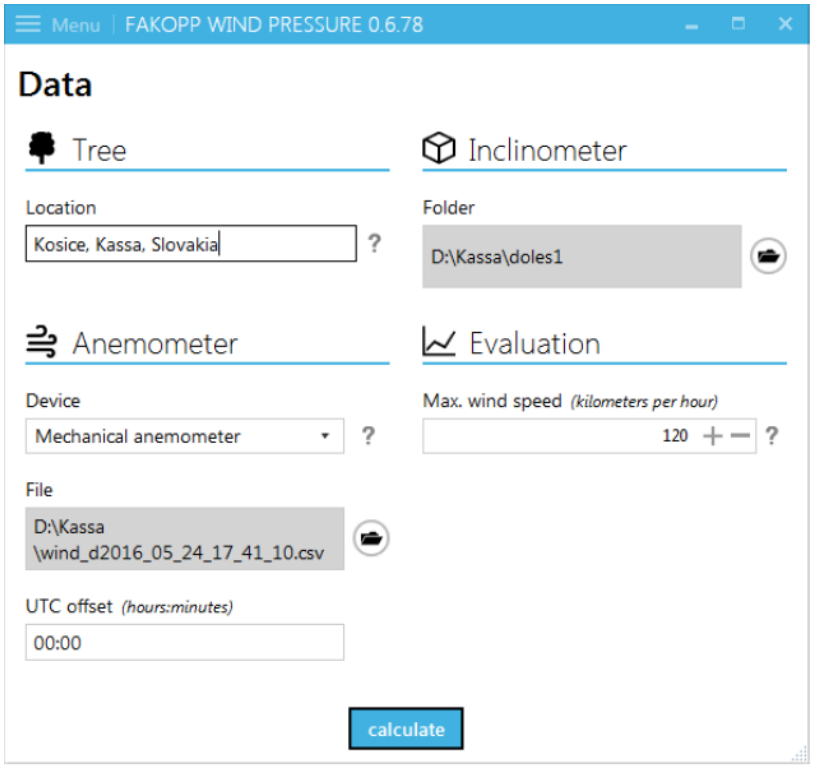
Po powrocie do okna zawierającego dane (patrz: rysunek 32), istnieje możliwość określenia lokalizacji drzewa (czynność opcjonalna) oraz lokalizacji danych źródłowych. Najpierw należy wybrać rodzaj anemometru (jest to konieczne ze względu na różne formaty danych). Aktualnie, oprogramowanie zawiera ustawienia dla dwóch typów anemometrów: czaszowy anemometr mechaniczny lub anemometr ultradźwiękowy firmy FAKOPP. Można wprowadzić nazwę i lokalizację pliku źródłowego zawierającego prędkość wiatru oraz folderu z danymi dotyczącymi nachylenia, albo skorzystać z przycisku "Browse" (Przeglądaj) umieszczonego obok pola zawierającego dane. Na koniec należy wprowadzić maksymalną prędkość wiatru, dla której współczynnik bezpieczeństwa ma być obliczony. Po wprowadzeniu wyżej wymienionych danych należy wcisnąć przycisk "Calculate" (Oblicz).

Okienko oceny (patrz: rysunek 33) pokazuje lokalizację drzewa, która może być również zweryfikowana w mapach google. Aby dokonać weryfikacji należy wcisnąć link *Show in browser (Pokaż w przeglądarce).* Oprogramowanie wyświetla przeciętny kierunek wiatru, czas rozpoczęcia i długość trwania pomiaru, a także długość okna statystycznego.

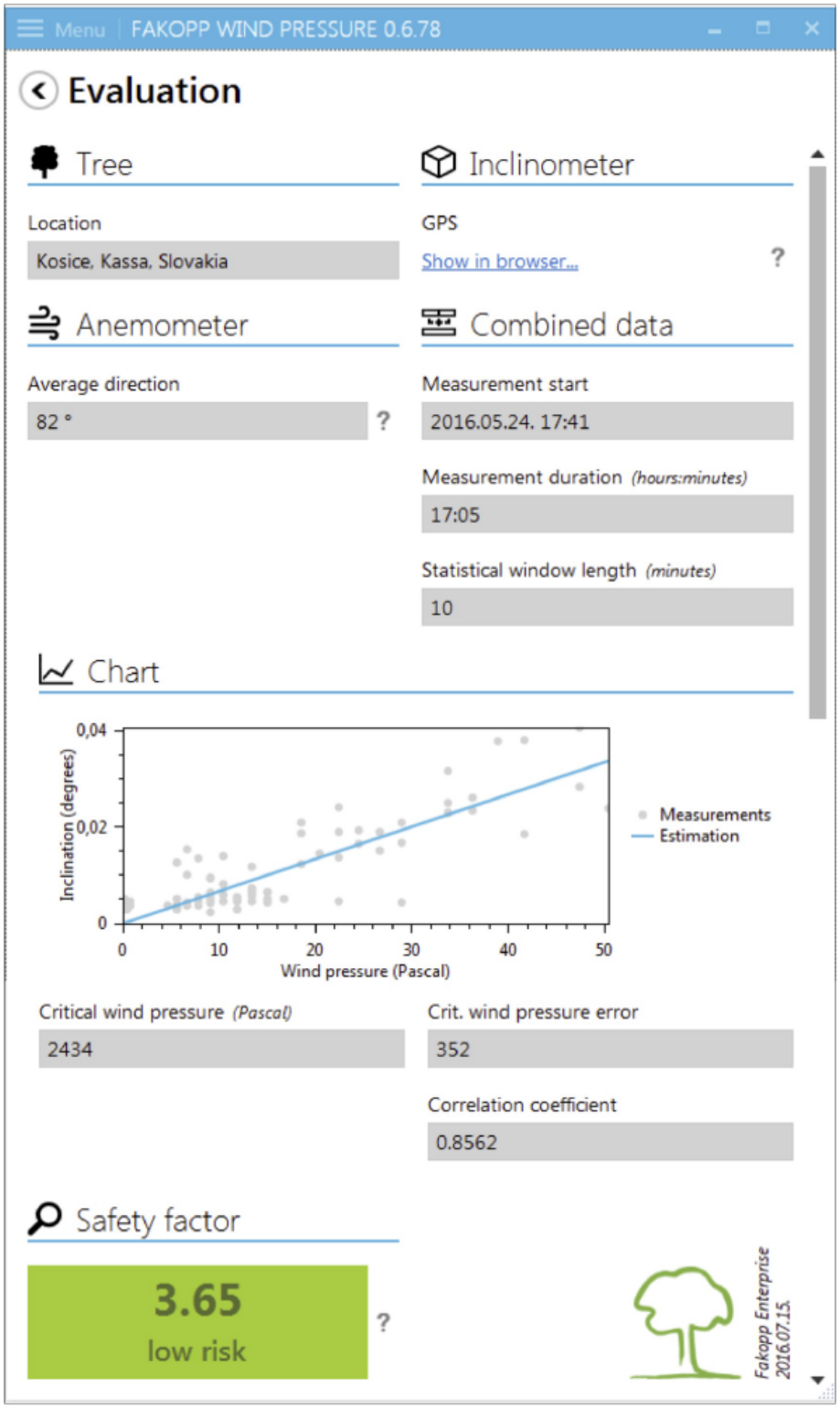
Zmierzona prędkość wiatru (przeliczona na ciśnienie wiatru) oraz punkty danych nachylenia są przedstawione na wykresie, wraz z tangensową krzywą dopasowaną do wartości. (W typowych warunkach widać tylko niewielką część krzywej, która wygląda na liniową). Oprogramowanie oblicza krytyczne ciśnienie wiatru i jego błąd oraz współczynnik korelacji. Im wyższy współczynnik korelacji tym lepsze dopasowanie danych do wykresu (1 oznacza doskonałą korelację). **Wyniki należy odrzucić, jeżeli współczynnik korelacji jest niższy od 0,75!** (W takim przypadku należy rozważyć cofnięcie się do okienka z danymi, zmianę długości okna statystycznego i przeliczenie wyników. Dłuższe okna statystyczne powodują zazwyczaj zaistnienie lepszej korelacji).

W końcowej fazie obliczany jest współczynnik bezpieczeństwa (SF). Współczynnik bezpieczeństwa powyżej 1,5 oznacza niewielkie ryzyko, zaś poniżej 1,0 określa poważne ryzyko wyrwania drzewa z korzeniami. Jeżeli współczynnik bezpieczeństwa kształtuje się pomiędzy 1,0 a 1,5 – ryzyko jest umiarkowane.

Uwaga! Współczynnik bezpieczeństwa jest zależny od maksymalnej prędkości wiatru wprowadzonej we wcześniejszej fazie. Jeżeli wystąpią wiatry o prędkościach wyższych niż maksymalna określona prędkość wiatru, nawet drzewa, dla których ryzyko było niewielkie mogą zostać wyrwane!



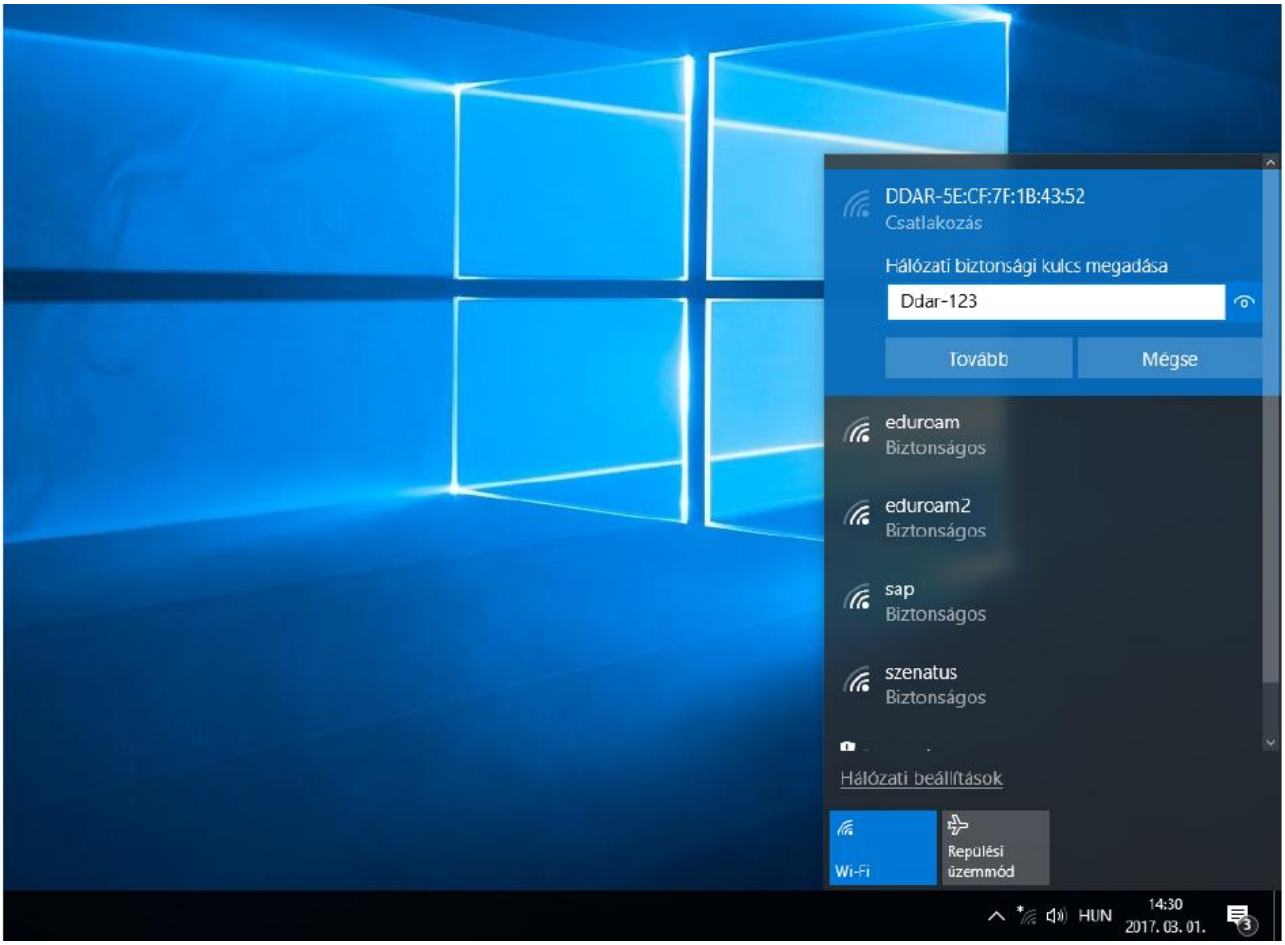
Rysunek 32: Widok okna z danymi



Rysunek 33: Okienko oceny

A Bezprzewodowy przesył danych do środowiska Windows

W systemie operacyjnym Windows, lista dostępnych sieci WiFi powinna wyglądać tak, jak lista widoczna na rysunku 34.



Rysunek 34: Sieć Wi-Fi DDAR-5E:CF:7F:1B:43:52 widoczna na pulpicie systemu Windows. Użytkownik powinien kliknąć nazwę sieci lewym przyciskiem myszy i wprowadzić hasło "Ddar-123", gdy system o nie poprosi.

W urządzeniach pracujących na systemie Windows zalecamy korzystanie z programu Total Commander w celu ustanowienia połączenia FTP. Rysunek 35 przedstawia okno dialogowe programu Total Commander.

1. Wcisnąć ikonę

umiejscowioną na pasku ikon.
2. Wcisnąć "New connection" (Nowe połączenie).
3. Wypełnić odpowiednie pola wpisując następujące informacje:

Session (Sesja): dynaroot[2]

Host name (Nazwa hosta): 192.168.4.1

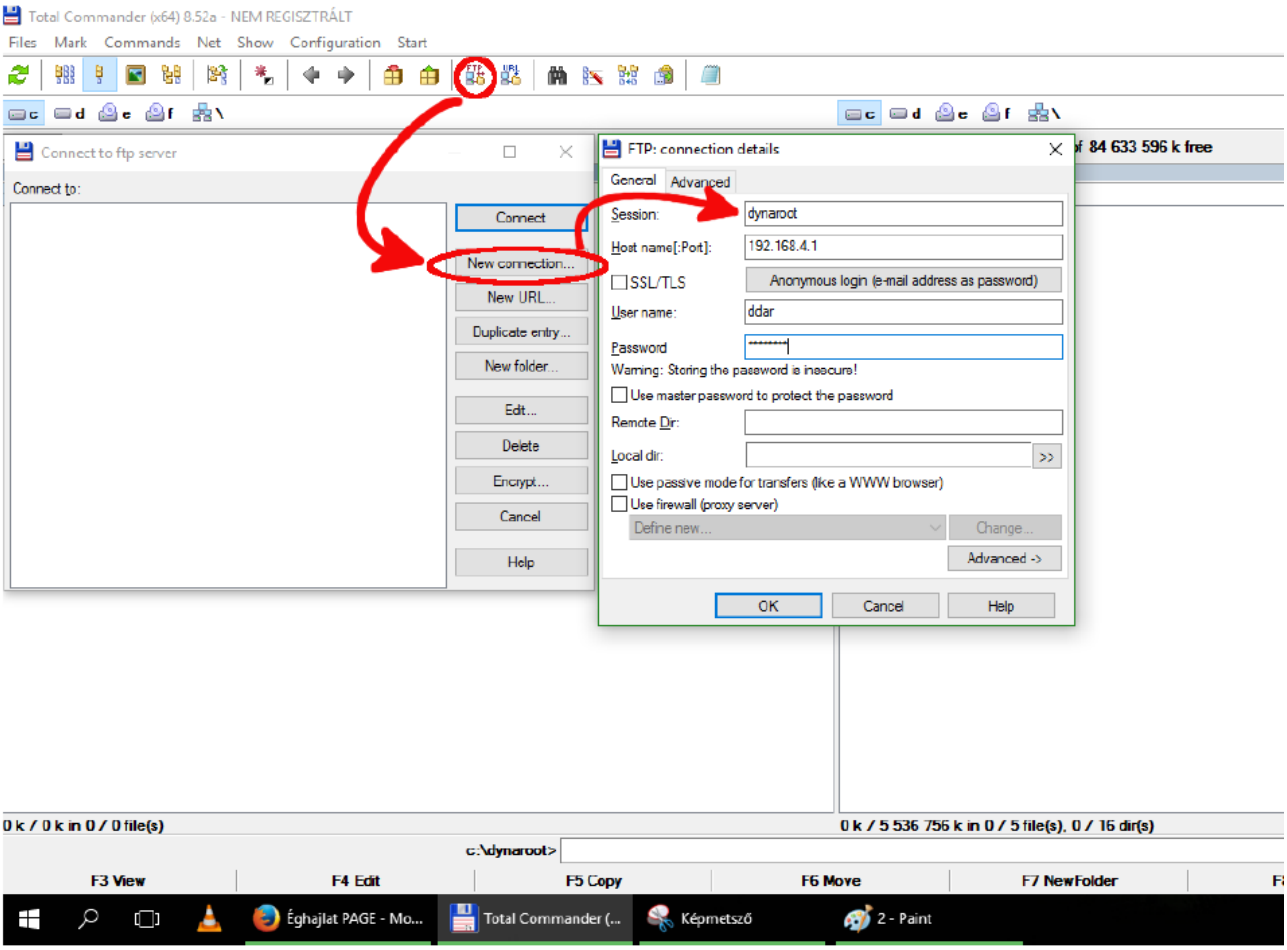
User name (Nazwa użytkownika): ddar

Password (Hasło): ddar9876

[2] W tym miejscu użytkownik może wpisać dowolną nazwę.

4. Wcisnąć OK.

5. Ponownie wcisnąć ikonę FTP, wybrać "dynaroot" z listy zapisanych połączeń i wcisnąć przycisk "Connect" (Połącz). Jeżeli uwierzytelnianie przebiegło pomyślnie, zawartość karty SD będzie widoczna w jednym z paneli programu Total Commander.



Rysunek 35: W pierwszej kolejności wcisnąć ikonę "FTP", następnie "New connection" (Nowe połączenie) i wypełnić pola w oknie dialogowym "FTP connection details" (Szczegóły połączenia FTP) tak jak pokazano na ilustracji. Kliknąć OK, następnie Connect (Połącz) i można przystąpić do kopiowania/usuwania plików z karty SD.