



Charakterystyka techniczna systemu rejestracji *Geotech CPTU NOVA*.

- 1. Charakterystyka ogólna.** System rejestracji CPTU składa się z następujących elementów: *stożek CPTU, transmitter, mikrofon, interfejs, czytnik głębokości oraz okablowanie*. Całość, wraz z programem CPT-LOG do rejestracji pomiarów, współpracuje z dowolnym komputerem typu notebook, wyposażonym w system operacyjny **Windows XP/Vista/Windows 7/Windows 8/Windows 10**.
- 2. Charakterystyka stożka CPTU.**

- a. Charakterystyka ogólna.**

- i. Stożek CPTU** zawiera komplet standardowych czujników (patrz niżej) oraz dodatkowo moduł pamięci back-up (ok. 36 godzin ciągłej rejestracji), w którym rejestrowane są wyniki pomiarów niezależnie od ich transmisji na powierzchnię. Moduł pamięci stanowi dodatkowe zabezpieczenie przed ewentualną utratą danych wskutek np. uszkodzenia lub systemu transmisji. Stożek zawiera ponadto komplet przetworników analogowo-cyfrowych, w których następuje przetworzenie wartości pomiarów na sygnał cyfrowy, co umożliwia przekazywanie informacji na powierzchnię bez zakłóceń (w systemach kablowych z transmisją analogową występują zakłócenia pomiaru związane ze stanem styków i zawilgoceniem kabla/połączeń).



Stożek pomiarowy i transmitter mogą być używane z żerdziami innych producentów po zastosowaniu krótkiej żerdzi typu cross-over. Żerdź ta powinna z jednej strony mieć nacięty gwint identyczny jak gwint żerdzi, z drugiej strony gwint pasujący do transmitera.

- ii. Odpowietrzanie stożka.** System pomiaru ciśnienia porowego został tak zaprojektowany, żeby nie zachodziła konieczność stosowania dodatkowych

systemów odpowietrzających, takich jak np. pompa próżniowa. Odpowietrzanie jest realizowane przez zalanie komory pomiarowej gliceryną i założenie odpowietrzonego wcześniej (przez wygotowanie w glicerynie) filtra porowego. Pozwala to na bardzo szybkie odpowietrzanie stożka podczas pracy w terenie (standardy przewidują odpowietrzanie stożka przed każdym sondowaniem) i jego natychmiastowe użycie (po odpowietrzeniu w pompie próżniowej stożek powinien być relaksowany przez min. 24 godz.).

b. Czujniki i zakresy pomiarowe. Stożek CPTU zawiera czujniki umożliwiające pomiar:

- i. Oporu stożka q_c . Zakres pomiarowy 100 MPa (na życzenie Zamawiającego dostarczamy stożki o innych zakresach pomiarowych).
- ii. Tarcia lokalnego f_s . Zakres pomiarowy 1 MPa (na życzenie Zamawiającego dostarczamy stożki o innych zakresach pomiarowych).
- iii. Ciśnienia porowego u_2 . Zakres pomiarowy 2.0 MPa.
- iv. Odchylenia od pionu. Zakres pomiarowy 40 [°].

3. Bezprzewodowa transmisja danych.

Dane pomiarowe ze stożka CPTU są przekazywane do transmitera, w którym następuje generowanie dźwięku i jego modulacja. Dodatkowo w transmierze znajduje się pojemnik na baterie (standardowe typu C, 4 szt.), które są źródłem energii dla stożka pomiarowego i transmitera. Fale dźwiękowe generowane przez transmitter są przenoszone przez stalowe żerdzie CPT na powierzchnię i odbierane przez mikrofon. Następnie sygnał z mikrofonu jest kablem przekazywany do tzw. *interfejsu*, w którym następuje dołączenie informacji o głębokości (z czytnika głębokości na powierzchni) i wygenerowanie sygnału przekazywanego dalej do komputera typu notebook. Program logujący zainstalowany na komputerze odczytuje sygnał z *interfejsu*, generuje w czasie rzeczywistym informacje o wartościach rejestrowanych parametrów w postaci wykresów i w postaci liczbowej oraz zapisuje wynik w postaci odpowiednich plików. Pliki te mogą być następnie obrabiane numerycznie i interpretowane przez np. program *CPT-pro*.

Bezprzewodowy system transmisji jest znacznie bardziej efektywny niż systemy kablone i pozwala na osiągnięcie znacznie większej wydajności sondowania (o 30-50 %).

4. Charakterystyka uzupełniająca systemu CPTU.

- a. System CPTU ma modułową budowę. Pozwala na łatwe przyłączenie do niego dodatkowych przyrządów badawczych, takich jak moduł do mierzenia przewodnictwa gruntu, temperatury oraz moduł do wykonywania sondowań sejsmicznych.
- b. System *CPTU Geotech* staje się standardem wśród polskich uczelni prowadzących badania CPTU. Jest on już używany, obok szeregu firm komercyjnych, przez AGH, Państwowy Instytut Geologiczny w Warszawie, Politechnikę Gdańską, Politechnikę Koszalińską, Politechnikę Łódzką, Politechnikę Wrocławską, Uniwersytet Warszawski, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Uniwersytet Zielonogórski, Zachodniopomorski

Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie oraz GDDKiA Oddział w Gdańsku i GDDKiA Oddział w Warszawie. Taka unifikacja narzędzi badawczych pozwala na uzyskiwanie porównywalnych pomiarów i skuteczną weryfikację wyników, co jest szczególnie istotne w pracach badawczych.

- c. System CPTU NOVA charakteryzuje się zwiększoną rozdzielczością transmisji bezprzewodowej w prównaniu z poprzednią generacją, niezawodnością działania oraz znacznie zwiększoną wytrzymałością mechaniczną stożka. Efekt ten uzyskano m.in. poprzez zminiaturyzowanie układu elektronicznego stożka, co pozwoliło na jego istotne skrócenie oraz zwiększenie grubości stalowych elementów konstrukcyjnych stożka. Ponadto zmianie legły tzw. parametry geometryczne stożka *a* i *b*, które dla stożka NOVA są na poziomie $a=0.81$ i $b=0.00$, a więc zdecydowanie lepszym niż w konkurencyjnych rozwiązaniach.
 - d. Kolejnym modyfikacjom został poddany program CPT-LOG do rejestracji sondowań i obsługi sondy. Obok oczywistej modernizacji programu i dostosowania programu do najnowszych systemów operacyjnych (włącznie z Windows 7, Windows 8 i Windows 10), wprowadzono szereg bardzo użytecznych opcji, jak, m.in. baza danych stożków z rejestracją wszystkich istotnych zdarzeń oraz wszystkich zarejestrowanych wartości pomiarów zerowych (tzw. zero testu). Analiza zmienności tych pomiarów w czasie na podstawie automatycznie generowanych wykresów pozwala na ocenę stanu sensorów stożka i ewentualnie kwalifikuje stożek do kalibracji.
5. **Interpretacja online.** Program *CPT-LOG* sterujący systemem CPTU jest zintegrowany z programem interpretacyjnym *CPT-pro*. Pozwala to na przesyłanie danych pomiarowych w trakcie sondowania dodatkowo do programu *CPT-pro*, gdzie w trybie online następuje ich interpretacja i przedstawianie na ekranie w postaci profilu geologicznego oraz wykresów wyinterpretowanych parametrów.
6. **Uzupełniające metody badawcze.** System pomiarowy *CPTU NOVA* jest zintegrowany z dodatkowymi urządzeniami pomiarowymi:
- a. Systemem do badań sejsmicznych *SCPT*.
 - b. adapterem do pomiarów przewodnictwa gruntu *EC*.
 - c. Zestawem pomiarowym Begemanna (tzw. stożkiem mechanicznym).

Wyniki pomiarów *SCPT* i *EC* mogą być analizowane i prezentowane łącznie z pomiarami *CPTU* w programie *CPT-pro*. Pozwala to na tworzenie kompleksowej dokumentacji geotechnicznej.

Zestaw pomiarowy Begemanna jest jedynym na rynku zestawem oferującym elektroniczny zapis wyników przy pomiarze tą metodą.

7. **Zabezpieczenie urządzenia wciskającego.** W przypadku osiągnięcia przez stożek wartości q_c lub przyrostu kąta na jednostkę wępu przekraczających ustawienia alarmowe, program sterujący *CPT-LOG* generuje ostrzeżenie na ekranie monitora. W penetrometrach typu *Geotech 220-10*, przekroczenie wartości alarmowych skutkuje dodatkowo włączeniem standardowo wbudowanego zaworu obejściowego i natychmiastowym spadkiem ciśnienia w siłownikach, co skutkuje zatrzymaniem wciskania i w znacznym stopniu zabezpiecza stożek CPTU przed nadmiernym obciążeniem oraz przed jego ewentualnym nadmiernym wygięciem.



Elementy zestawu CPTU

Stożek CPTU NOVA z kablem USB do czytania danych z pamięci



Zestaw SCPT z dołączonym stożkiem pomiarowym CPTU.

Adapter EC (do pomiarów przewodnictwa gruntu) z dołączonym stożkiem CPTU.

