

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY**

(19) **PL**

(11) **232616**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **422199**

(22) Data zgłoszenia: **12.07.2017**

(51) Int.Cl.

G01K 13/10 (2006.01)

G01K 1/02 (2006.01)

E01D 1/00 (2006.01)

(54)

Modułowy układ do pomiaru temperatury

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

14.01.2019 BUP 02/19

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

31.07.2019 WUP 07/19

(73) Uprawniony z patentu:

**NEOSENTIO SPÓŁKA Z OGRANICZONĄ
ODPOWIEDZIALNOŚCIĄ, Kraków, PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:

**DANIEL KESSLER, Kraków, PL
PATRYK MAJERSKI, Nowy Targ, PL**

(74) Pełnomocnik:

rzec. pat. Daniel Kurdubski

PL 232616 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest modułowy układ do pomiaru temperatury w ośrodkach o dużej objętości, zwłaszcza w konstrukcjach i obiektach ziemnych takich jak wały przeciwpowodziowe i zapory oraz nasypy drogowe i kolejowe. Wynalazek przeznaczony jest do systematycznego pomiaru zmian temperatury w badanym ośrodku w celu wykrycia i wskazania miejsca zachodzących w nim zmian.

Dotychczas obowiązująca praktyka oceny stanu technicznego wałów przeciwpowodziowych i ich przydatności do użytkowania bazuje na cyklicznych corocznych inspekcjach wałów, które polegają na ocenie geometrii wału, poszukaniu śladów potencjalnych miejsc wycieków, spękań, uszkodzeń skarp i urządzeń towarzyszących, bytności zwierząt, braku roślinności, lub jej nadmiernej obecności (drzewa, krzaki). Inspekcje takie mogą obejmować również bardziej złożone działania takie jak wiercenia, sondowania, obliczenia stateczności, badania laboratoryjne i coraz częściej badania geofizyczne, przeprowadzane co najmniej raz na 5 lat, najczęściej na wskazanych odcinkach wałów. Okresowe kontrole są często niewystarczające w kontekście rosnących strat po każdorazowej katastrofie powodującej uszkodzenia lub przerwanie obwałowań i zalanie okolicznych terenów. Dla poprawnej oceny stanu i zmian jakim podlegają budowle piętrzące, takie jak wały przeciwpowodziowe i zapory optymalne jest uzyskiwanie danych w sposób regularny i w formacie pozwalającym na porównanie wyników i analizę trendów w wymiarze długofalowym. W przypadku przeglądów okresowych i wizji lokalnych jest to obecnie niemożliwe. Mechanizmy ewentualnych awarii wałów nie są znane z wyprzedzeniem, a zatem są trudne do przewidzenia. Oględziny czy klasyczne badania geotechniczne i geofizyczne nie zagwarantują wykrycia awarii wystarczająco wcześnie.

Sposobem na rozwiązanie powyższych problemów staje się coraz powszechniejsze stosowanie automatycznych systemów monitorowania wałów przeciwpowodziowych w oparciu o zespoły sensorów zamontowane wewnątrz struktur ziemnych, zwłaszcza na odcinkach wałów chroniących obszary o znacznej wartości np. gęsto zaludnione, zurbanizowane, gdzie występują elementy infrastruktury krytycznej lub stanowiących dobro kultury wpisane do rejestru zabytków. Automatyczne systemy monitorowania pozwalają na ocenę stanu technicznego konstrukcji wału oraz podłoża poprzez obserwację zmian wielkości fizycznych świadczących o zachodzących wewnątrz struktury zjawiskach takich jak migracja i gromadzenie się wody w ośrodku, np. zmian temperatury umożliwiających określenie innych, pośrednich wielkości fizycznych (filtracji, odkształceń, naprężeń wynikających z ciśnień wewnętrznych lub wymywania materiału), a następnie ich porównaniu do przyjętych poziomów granicznych. Obserwacja danych możliwa dzięki złożonemu systemowi kontrolno-pomiarowemu, obejmującemu czujniki, agregatory danych, układy transmisji danych, gromadzenia, analizy danych oraz prezentacji wyników analiz, pozwala na detekcję, lokalizację zachodzących zjawisk niekorzystnych, anomalii prowadzących do deformacji i uszkodzeń.

Zgodnie z wynikami dotychczas przeprowadzonych badań i eksperymentów na świecie pomiar temperatury i analiza jej zmian w ośrodku pozwala na ocenę kierunków oraz prędkości filtracji wody przez strukturę ziemną wału. Do prawidłowej identyfikacji zjawiska zmiany temperatury wynikającego z energii transportowanej przez przesiąkającą przez grunt wodę niezbędne jest również uwzględnienie temperatury migrującej wody oraz temperatury powietrza, które mają wpływ na naturalne zmiany temperatury gruntu w różnych porach roku oraz doby. Znajomość precyzyjnego położenia czujników temperatury wewnątrz obwałowania, odległości czujników od siebie i względem powierzchni budowli pozwala na wyciągnięcie wniosków z zaobserwowanych zmian wskazań czujników. Rozmieszczenie serii czujników wzdłuż obwałowania, przy znajomości ich wskazań bez obecności migrującej wody, umożliwia detekcję lokalizacji anomalnego zachowania świadczącego o przyspieszonej filtracji i wskazuje miejsca potencjalnego osłabienia konstrukcji.

Do pomiaru temperatury gruntu wykorzystuje się dwa typy rozwiązań. Pierwsze rozwiązanie polega na pomiarze temperatury z pomocą czujników temperatury umieszczonych w określonych wybranych punktach wału. W tego typu rozwiązaniu czujnikom temperatury mogą towarzyszyć czujniki ciśnienia porowego. Z uwagi na koszt tego typu rozwiązań odległości pomiędzy punktami sięgały kilkudziesięciu metrów. Drugi typ polega na pomiarze temperatury z pomocą światłowodów, wykorzystując efekt rozproszenia wstecznego światła (np. efekt Ramana) i tym samym pomiaru temperatury z dokładnością 1 m wzdłuż światłowodu. Wymagane jest ułożenie światłowodu lub światłowodów w bruzdzie wykonanej wzdłuż istniejącego obwałowania, lub w trakcie jego budowy. Elementem przyczyniającym się do wysokich kosztów rozwiązania są urządzenia generujące impulsy świetlne i analizujące ich odbicie.

Z polskiego zgłoszenia patentowego P.409963 znany jest wynalazek dotyczący sposobu detekcji i/lub monitoringu procesów filtracyjnych, zwłaszcza przecieków, w ośrodku gruntowym, zwłaszcza w podłożu i/lub korpusie obiektów ziemnych, mający zastosowanie zwłaszcza w budownictwie, hydrotechnice i/lub geotechnice. Sposób ten polega na tym, że co najmniej dwa czujniki temperatury o ściśle określonej pozycji geograficznej oraz położeniu względem powierzchni ośrodka gruntowego wprowadza się w ośrodek gruntowy, a następnie przy pomocy wprowadzonych czujników temperatury przeprowadzany jest co najmniej jeden pomiar temperatury ośrodka gruntowego, a dane z czujników temperatury przekazuje się do systemu akwizycji danych bezprzewodowo i/lub za pomocą kabla. Uzyskane wyniki pomiaru temperatury rejestruje się, a uzyskany zbiór danych analizuje się i/lub przetwarza. Sposób charakteryzuje się tym, że czujniki temperatury wprowadza się w ośrodek gruntowy punktowo w odległości nie większej niż 2,0 m od siebie. Wynalazek dotyczy także układu detekcji i/lub monitoringu procesów filtracyjnych, zwłaszcza przecieków, w ośrodku gruntowym, zwłaszcza w podłożu i/lub korpusie obiektów ziemnych, mający zastosowanie zwłaszcza w budownictwie, hydrotechnice i/lub geotechnice. Układ zawiera co najmniej dwa czujniki temperatury o ściśle określonej pozycji geograficznej oraz położeniu względem powierzchni ośrodka gruntowego i charakteryzuje się tym, że czujniki temperatury umieszcza się punktowo w odległości nie większej niż 2,0 m od siebie.

W niemieckim patencie DE10328038 ujawniono rozwiązanie dotyczące sposobu i systemu dynamicznego wykrywania rozkładu temperatury w badanym ośrodku. Zgodnie z wynalazkiem system zawiera wiele czujników temperatury połączonych ze sobą za pomocą łańcuchów pomiarowych. Czujniki temperatury dokonują zsynchronizowanych pomiarów w ustalonych cyklach czasowych. W skład systemu wchodzi także jednostka przetwarzająca wykonująca program komputerowy oraz kable, złącza i aktywne jednostki łączące jednostkę przetwarzającą z łańcuchami pomiarowymi wyposażonymi w czujniki temperatury. W jednym z przykładów realizacji wynalazku łańcuchy pomiarowe są połączone z przewodami za pomocą złączy. Przewody są połączone z liniami zbiorczymi, które połączone są z aktywnymi jednostkami łączącymi. Łańcuchy pomiarowe z czujnikami temperatury mogą tworzyć jedną linię, sieć dwuwymiarową lub sieć trójwymiarową. Odległość między poszczególnymi czujnikami temperatury może być dobierana dowolnie na etapie wytwarzania łańcuchów pomiarowych, w zależności od potrzeb.

Celem wynalazku jest uzyskanie rozwiązania, które pozwoli na mało inwazyjną instalację czujników temperatury w istniejących już konstrukcjach i budowach ziemnych, zwłaszcza w wałach przeciwpowodziowych, bez naruszenia ich stabilności i szczelności. Układ do pomiaru temperatury ma być prosty w budowie i montażu oraz wytrzymały na warunki panujące wewnątrz konstrukcji ziemnych. Ponadto układ do pomiaru temperatury ma mieć możliwość łatwego dostosowania do rozmiarów badanego obiektu oraz umożliwiać późniejszą rozbudowę.

Modułowy układ do pomiaru temperatury posiadający czujniki temperatury, umieszczone w badanym ośrodku, połączone z centralnym systemem analitycznym, charakteryzuje się tym, że zawiera co najmniej dwa węzły pomiarowe połączone z centralnym systemem analitycznym. Każdy węzeł pomiarowy połączony jest z puszką rozdzielczą, do której podłączony jest co najmniej jeden moduł pomiarowy zawierający co najmniej jeden czujnik temperatury. Każda puszka rozdzielcza zawiera przełącznik sterujący zasilaniem modułów pomiarowych. Każdy węzeł pomiarowy wyposażony jest w układ elektroniczny sterujący pracą przełącznika.

Korzystnie, moduły pomiarowe mają długość od 0,5 m do 30 m. Moduł pomiarowy stanowi wielożyłowy przewód elektryczny, do którego zamocowany jest i z którym połączony jest co najmniej jeden czujnik temperatury. Korzystnie, przewód elektryczny wypełniony jest wewnątrz żelam hydrofobowym oraz zawiera metalową linkę rozciągającą się na całej jego długości, która jest trwale połączona z izolacją. Przewód elektryczny korzystnie zawiera identyfikator oraz znaczniki długości przewodu. Korzystnie, czujnik temperatury zawiera identyfikator. Czujnik temperatury znajduje się w osłonie, którą tworzy zewnętrzna termoprzewodząca obudowa oraz hydrofobowe termoprzewodzące wypełnienie. Czujnik temperatury znajduje się na końcu przewodu elektrycznego i/lub znajduje się między końcami przewodu elektrycznego. Korzystnie, odległość między sąsiadującymi węzłami pomiarowymi wynosi od 0,5 m do 6 m. Korzystnie, odległości w osi X, Y, Z między czujnikami temperatury wynoszą od 0,5 m do 6 m. Węzły pomiarowe połączone są przewodowo i/lub bezprzewodowo z węzłem brzegowym, który połączony jest przewodowo i/lub bezprzewodowo z centralnym systemem analitycznym. Korzystnie, węzeł pomiarowy zawiera puszkę przyłączeniową, która połączona jest z lub zawiera w sobie puszkę rozdzielczą oraz wyposażona jest w magistralę komunikacyjną i antenę radiową. Węzeł pomiarowy korzystnie

zawiera akumulator. Węzeł brzegowy korzystnie zawiera akumulator z układem fotowoltanicznym ładowania akumulatora.

Zaletą modułowego układu do pomiaru temperatury według wynalazku jest to, że gotowe moduły pomiarowe pozwalają na łatwe dopasowanie układu do rozmiarów badanego obiektu oraz jego ukształtowania, poprzez użycie odpowiedniej liczby modułów o wymaganych długościach. Zaletą rozwiązania wynikającą z modułowej budowy jest również łatwa możliwość późniejszej rozbudowy już istniejącego układu oraz prosta wymiana elementów, które mogą ulec uszkodzeniu. Kolejną zaletą jest możliwość budowy układów, w których czujniki temperatury mogą tworzyć linię lub tworzyć siatkę dwu- lub trójwymiarową. Do zalet układu według wynalazku należy również mała inwazyjność instalacji czujników temperatury w istniejących już konstrukcjach i budowlach ziemnych. Kolejną zaletą rozwiązania jest zastosowanie identyfikatorów i znaczników długości, które pozwalają na dokładne określenie położenia każdego z czujników temperatury w przestrzeni, co przekłada się na lepsze zobrazowanie rozkładu temperatury. Zaletą rozwiązania jest również zastosowanie przekaźników, które pozwalają na odłączenie od układu poszczególnych modułów pomiarowych lub całych węzłów. Dzięki temu można elastycznie kształtować monitorowany obszar oraz eliminować zepsute elementy, które mogłyby negatywnie wpływać na pracę całego układu.

Przedmiot wynalazku został uwidoczniony w przykładach wykonania na rysunku, na którym:

- fig. 1 przedstawia schematycznie układ do pomiaru temperatury zastosowany w wale przeciwpowodziowym, w przykładzie gdy do puszek rozdzielczych podłączone jest po jednym module pomiarowym,
- fig. 2 przedstawia schematycznie układ do pomiaru temperatury zastosowany w wale przeciwpowodziowym, w przykładzie gdy do puszek rozdzielczych podłączone jest po sześć modułów pomiarowych,
- fig. 3 przedstawia przewód elektryczny w przekroju poprzecznym,
- fig. 4 przedstawia osłonę czujnika temperatury w przekroju poprzecznym,
- fig. 5 przedstawia grot tracony wykorzystywany do umieszczania modułów pomiarowych w wale przeciwpowodziowym.

W pierwszym przykładzie wykonania pokazanym na fig. 1 modułowy układ do pomiaru temperatury zawiera węzły pomiarowe 1 ułożone w jednej linii (osi X) wzdłuż wału przeciwpowodziowego. Są one umieszczone na koronie wału tuż pod powierzchnią gruntu. Umieszczenie węzłów pomiarowych 1 pod powierzchnią gruntu chroni je przed warunkami atmosferycznymi takimi jak mróz oraz przed uszkodzeniami mechanicznymi w wyniku np. koszenia traw. W związku z tym obudowa węzła pomiarowego jest hermetyczna. Liczba węzłów pomiarowych 1 w układzie zależy od długości monitorowanego obiektu. W przykładzie wykonania odległość między sąsiadującymi węzłami pomiarowymi 1 wynosi 2,5 m.

Zgodnie z wynalazkiem każdy węzeł pomiarowy 1 zawiera puszkę przyłączeniową 2. Puszka przyłączeniowa 2 może stanowić integralną część obudowy węzła pomiarowego 1 lub też może być odrębnym elementem połączonym z węzłem pomiarowym 1 przewodem elektrycznym. W bieżącym przykładzie wykonania puszka przyłączeniowa 2 ma postać odrębnego elementu. Puszki przyłączeniowe 2 znajdują się na powierzchni gruntu, na koronie wału, dzięki czemu jest do nich łatwy dostęp. Do każdej puszki przyłączeniowej podłączona jest puszka rozdzielcza 3. Puszki przyłączeniowe wyposażone są w magistralę komunikacyjną do komunikacji między węzłami pomiarowymi 1 a puszkami rozdzielczymi 3, oraz między węzłami pomiarowymi 1 a centralnym systemem analitycznym 4. Węzły pomiarowe 1 komunikują się z centralnym systemem analitycznym 4 za pośrednictwem węzłów brzegowych 5. Komunikacja między węzłami pomiarowymi 1 a węzłem brzegowym 5, może odbywać się przewodowo jak i bezprzewodowo. W celu zapewnienia bezprzewodowej komunikacji puszki przyłączeniowe 2 oraz węzły brzegowe 5 wyposażone są w anteny radiowe 15.

Dane zebrane przez grupę węzłów pomiarowych 1 są przesyłane do węzła brzegowego 5, który następnie przesyła je do centralnego systemu analitycznego 4. Takie rozwiązanie pozwala na optymalizację sposobów komunikacji między poszczególnymi elementami układu. Węzły pomiarowe 1 mogą komunikować się z węzłem brzegowym 5 za pomocą przewodu lub bezprzewodowo bezpośrednio lub pośrednio przez inne węzły pomiarowe 1 (układ sieci typu mesh) wykorzystując łączność radiową niskoenergetyczną, zaś węzły brzegowe komunikują się z centralnym systemem analitycznym 4 przez sieć komórkową. Dzięki temu nie wykorzystuje się dużej ilości przewodów do przesyłania danych. Wykorzystywana łączność radiowa o niskim poborze energii pozwala na przesyłanie danych na stosun-

kowo małe odległości, ale umożliwia kilkuletnią pracę układu bez konieczności doprowadzania przewodów zasilających do zasilania węzłów pomiarowych 1. Zgodnie z wynalazkiem, w celu zapewnienia zasilania, każdy węzeł pomiarowy zawiera akumulator. Komunikacja na większe odległości realizowana jest pośrednio poprzez kolejne węzły pomiarowe 1 aż do węzła pomiarowego 1 mającego łączność bezpośrednią z węzłem brzegowym 5. Węzły brzegowe 5 zasilane mogą być z sieci energetycznej (jeśli znajduje się w ich zasięgu) lub z odpowiednio dobranych akumulatorów z układem fotowoltanicznym ładowania akumulatora. Węzeł brzegowy 5 komunikuje się z centralnym systemem analitycznym 4 oraz z systemem zdalnego zarządzania siecią za pomocą sieci komórkowych, który zapewnia przesyłanie danych na duże odległości. Ilość węzłów pomiarowych 1 komunikujących się z jednym węzłem brzegowym 5, zależy od ukształtowania terenu, odległości pomiędzy węzłami pomiarowymi 1 i ilości danych zbieranych przez węzły pomiarowe 1 pojedynczego segmentu – ilości czujników przypadających na każdy z węzłów pomiarowych 1. Ilość ta wynosić może od kilku do dwustu węzłów pomiarowych 1.

W pierwszym przykładzie wykonania do każdej puszkii rozdzielczej 3 podłączony jest jeden moduł pomiarowy 6. Moduły pomiarowe 6 znajdują się wewnątrz wału przeciwpowodziowego. W bieżącym przykładzie są one ustawione pionowo. W innych przykładach mogą być one ustawione pod skosem, np. prostopadle do skarpy odwodnej lub odpowietrznej. W celu zapewnienia szczelnego połączenia modułów pomiarowych 6 z puszkami rozdzielczymi 3 wykorzystuje się złącza przemysłowe. Każdy moduł pomiarowy 6 składa się z trójżyłowego przewodu elektrycznego 7, do którego zamocowane są i z którym połączone są cztery czujniki temperatury 8. Jeden z czujników temperatury 8 znajduje się na końcu przewodu elektrycznego 7. Pozostałe trzy czujniki temperatury 8 rozmieszczone są w równych odstępach od siebie wzdłuż przewodu elektrycznego 7. Długość przewodu elektrycznego 7 jest zależna od wysokości monitorowanego wału przeciwpowodziowego. W bieżącym przykładzie wykonania wysokość ta wynosi 4,5 m. W celu wprowadzenia modułu pomiarowego 6 do gruntu wykorzystuje się grot tracony 14, który umieszcza się na końcu przewodu elektrycznego 7. Grot tracony pokazuje fig. 5. Jest on wyposażony we wnękę w której umieszcza się czujnik temperatury 8 znajdujący się na końcu przewodu elektrycznego 7. W przypadku modułów pomiarowych 6 o długości do 1,5 m są one wciskane w grunt. Natomiast przy dłuższych modułach pomiarowych 6 w celu umieszczenia go w gruncie wierci się otwory do których wprowadza się moduł. Przewody elektryczne 7 wypełnione są wewnątrz żelazem hydrofobowym 9, który zapewnia wodoszczelność. Ponadto przewody elektryczne 7 zawierają metalową linkę 10 rozciągającą się na całej ich długości. Jest ona trwale połączona z izolacją 11. Metalowa linka 10 zwiększa wytrzymałość modułu pomiarowego 6 oraz ułatwia jego umieszczenie w gruncie. Przewód elektryczny 7 został pokazany w przekroju poprzecznym na fig. 3.

Zgodnie z wynalazkiem czujniki temperatury 8 znajdują się w osłonie, którą tworzy zewnętrzna termoprzewodząca obudowa 12 oraz hydrofobowe termoprzewodzące wypełnienie 13. Jako czujniki temperatury 8 wykorzystano czujniki firmy Dallas Semiconductor model DS18B20. Zgodnie z wynalazkiem każda puszkii rozdzielcza 3 zawiera przełącznik, który jest odpowiedzialny za odcinanie lub podłączanie zasilania modułu pomiarowego 6. Pracą przełącznika steruje układ elektroniczny znajdujący się w węźle pomiarowym 1. Układ elektroniczny w węźle pomiarowym 1 odpowiada za komunikację się z innymi węzłami pomiarowymi 1 i z węzłem brzegowym 5, oraz poprzez puszkii rozdzielcze z modulem pomiarowym 6. Przełącznik w puszkii rozdzielczej 3 samodzielnie, albo na polecenie węzła pomiarowego 1 sprawdza, czy na module pomiarowym nie dochodzi do błędów wynikających z przeciążenia/zwarcia. Jeżeli ma to miejsce to następuje odcięcie zasilania do danego modułu pomiarowego 6 przez przełącznik. Do czasu przeprowadzania diagnostyki usterki lub naprawy, nie są zbierane z niego dane. Węzeł pomiarowy 1 oznacza czujniki temperatury 8 na tym module pomiarowym 6 jako błędy z konkretnym kodem i przesyła te informacje za pośrednictwem węzła brzegowego 5 do centralnego systemu analitycznego 4. Na podstawie przeprowadzonych wewnętrznych analiz możliwe jest zaplanowanie operacji naprawczych w tym dokładnej diagnostyki oraz wymiany uszkodzonego modułu pomiarowego 6.

Każdy czujnik temperatury 8 zawiera indywidualny identyfikator, który umożliwia jego identyfikację. Identyfikator stanowi ciąg alfanumeryczny jednoznacznie identyfikujący czujnik temperatury i przypisane do niego współrzędne lokalizacji. Również każdy przewód elektryczny 7 zawiera indywidualny identyfikator, który umożliwia jego identyfikację. Identyfikatory przewodów elektrycznych 7 stanowią znaczniki radiowe RFID. Centralna baza inwentaryzacyjna zawiera informacje o identyfikatorach czujników i ich ułożeniu wewnątrz modułu pomiarowego 6. Ponadto każdy przewód elektryczny 7 zawiera znaczniki długości. Znaczniki pozwalają na określenie na jakiej głębokości znajdują się czujniki temperatury 8 w poszczególnych otworach w wale, w których umieszczone są moduły pomiarowe 6. W trakcie

instalacji ewidencjonowane są współrzędne punktu powierzchniowego otworu, identyfikator umieszczonego w nim modułu pomiarowego 6 oraz długość przewodu umieszczonego w otworze. Pozostałe dane – współrzędne każdego z czujników temperatury umieszczonego w danym module pomiarowym 6 wyliczane są automatycznie. Dane o temperaturze zebrane przez czujniki temperatury 8 w połączeniu z informacjami gdzie w przestrzeni znajdują się konkretne czujniki pozwala na dokładne zobrazowanie rozkładu temperatury i jej zmian w monitorowanym wale przeciwpowodziowym. W bieżącym przykładzie wykonania z uwagi na zastosowanie tylko jednego modułu pomiarowego 6 dla jednego węzła pomiarowego 1 czujniki temperatury 8 tworzą sieć dwuwymiarową w osi X i Y. Analizy rozkładu temperatury i jej zmian w monitorowanym wale przeciwpowodziowym dokonuje się w centralnym systemie analitycznym 4, który może stanowić urządzenie komputerowe z oprogramowaniem do graficznego i tabelarycznego obrazowania wartości, rozkładu i dynamiki zmian temperatury w poszczególnych punktach ośrodka, w tym z wykorzystaniem funkcji prezentacji geoprzestrzennej i w przekrojach. System analityczny wykorzystuje funkcje porównujące przebiegi czasowe zmian temperatury oraz wartości krytyczne pozwalające na identyfikację anomalii i wskazanie obszarów, w których zachodzące zmiany temperatury ośrodka odbiegają od wartości wynikających z opracowanych modeli.

W drugim przykładzie wykonania przedstawionym na fig. 2 do każdej puszkii rozdzielczej 3, jest podłączonych po pięć modułów pomiarowych 6. Długość poszczególnych modułów pomiarowych 6 zależy od wysokości wału przeciwpowodziowego. W przykładzie wykonania poszczególne moduły pomiarowe zawierają:

- moduł 6a – jeden krańcowy czujnik temperatury 8 na głębokości 1,25 m pod powierzchnią terenu,
- moduł 6b – trzy czujniki temperatury 8, w tym jeden krańcowy czujnik i dwa w odległości co 1 m od siebie. Moduł pomiarowy umieszczony jest w otworze o głębokości 2,75 m pod powierzchnią terenu,
- moduł 6c – cztery czujniki temperatury 8, w tym jeden krańcowy czujnik i trzy w odległości co 1 m od siebie. Moduł pomiarowy umieszczony jest na głębokości 4,25 m pod powierzchnią terenu,
- moduł 6d – trzy czujniki temperatury 8, w tym jeden krańcowy czujnik i dwa w odległości co 1 m od siebie. Moduł pomiarowy umieszczony jest w otworze o głębokości 4,25 m pod powierzchnią terenu,
- moduł 6e – trzy czujniki temperatury 8, w tym jeden krańcowy czujnik i jeden w odległości 1 m od niego. Moduł umieszczony jest w otworze o głębokości 2,75 m pod powierzchnią terenu,
- moduł 6f – jeden krańcowy czujnik temperatury 8 na głębokości 1,25 m pod powierzchnią terenu.

Moduły pomiarowe 6a-6f są ustawione w płaszczyźnie prostopadłej do długości wału przeciwpowodziowego. Odległości pomiędzy kolejnymi profilami, tj. pionowo umieszczonymi modułami są ściśle określone i wynoszą 3 m wzdłuż przekroju poprzecznego wału. Rozkład poprzeczny czujników w przekroju odpowiada przewidywanej poprawnie kształtującą się krzywej filtracji.

W niniejszym przykładzie wykonania przekaźnik jest przystosowany do odcinania zasilania dla wszystkich i/lub dla poszczególnych modułów pomiarowych 6 dla każdego węzła pomiarowego 1. W pozostałym zakresie przykład wykonania wynalazku jest taki sam jak w przykładzie pierwszym.

Zastrzeżenia patentowe

1. Modułowy układ do pomiaru temperatury posiadający czujniki temperatury, umieszczone w badanym ośrodku, połączone z centralnym systemem analitycznym, **znamienny tym**, że zawiera co najmniej dwa węzły pomiarowe (1) połączone z centralnym systemem analitycznym (4), przy czym każdy węzeł pomiarowy (1) połączony jest z puszką rozdzielczą (3), do której podłączony jest co najmniej jeden moduł pomiarowy (6) zawierający co najmniej jeden czujnik temperatury (8), przy czym każda puszka rozdzielcza (3) zawiera przekaźnik sterujący zasilaniem modułów pomiarowych (1), ponadto każdy węzeł pomiarowy (1) wyposażony jest w układ elektroniczny sterujący pracą przekaźnika.
2. Układ według zastrz. 1, **znamienny tym**, że moduły pomiarowe (6) mają długość od 0,5 m do 30 m.

3. Układ według zastrz. 1, **zamienny tym**, że moduł pomiarowy (1) stanowi wielożyłowy przewód elektryczny (7), do którego zamocowany jest i z którym połączony jest co najmniej jeden czujnik temperatury (8).
4. Układ według zastrz. 3, **znamienny tym**, że przewód elektryczny (7) wypełniony jest wewnątrz żelą hydrofobowym (9) oraz zawiera metalową linkę (10) rozciągającą się na całej jego długości, która jest trwale połączona z izolacją (11).
5. Układ według zastrz. 1, **znamienny tym**, że przewód elektryczny (7) zawiera identyfikator oraz znaczniki długości przewodu.
6. Układ według zastrz. 1, **znamienny tym**, że czujnik temperatury (8) zawiera identyfikator.
7. Układ według zastrz. 1, **znamienny tym**, że czujnik temperatury (8) znajduje się w osłonie, którą tworzy zewnętrzna termoprzewodząca obudowa (12) oraz hydrofobowe termoprzewodzące wypełnienie (13).
8. Układ według zastrz. 3, **znamienny tym**, że czujnik temperatury (8) znajduje się na końcu przewodu elektrycznego (7) i/lub znajduje się między końcami przewodu elektrycznego (7).
9. Układ według zastrz. 1, **znamienny tym**, że odległość między sąsiadującymi węzłami pomiarowymi (1) wynosi od 0,5 m do 6 m.
10. Układ według zastrz. 1, **znamienny tym**, że odległości w osi X, Y, Z między czujnikami temperatury (8) wynoszą od 0,5 m do 6 m.
11. Układ według zastrz. 1, **znamienny tym**, że węzły pomiarowe (1) połączone są przewodowo i/lub bezprzewodowo z węzłem brzegowym (5), który połączony jest przewodowo i/lub bezprzewodowo z centralnym systemem analitycznym (4).
12. Układ według zastrz. 1, **znamienny tym**, że węzeł pomiarowy (1) zawiera puszkę przyłączeniową (2), która połączona jest z lub zawiera w sobie puszkę rozdzielczą (3) oraz wyposażona jest w magistralę komunikacyjną i antenę radiową.
13. Układ według zastrz. 1, **znamienny tym**, że węzeł pomiarowy (1) zawiera akumulator.
14. Układ według zastrz. 1, **znamienny tym**, że węzeł brzegowy (5) zawiera akumulator z układem fotowoltaicznym ładowania akumulatora.

Rysunki

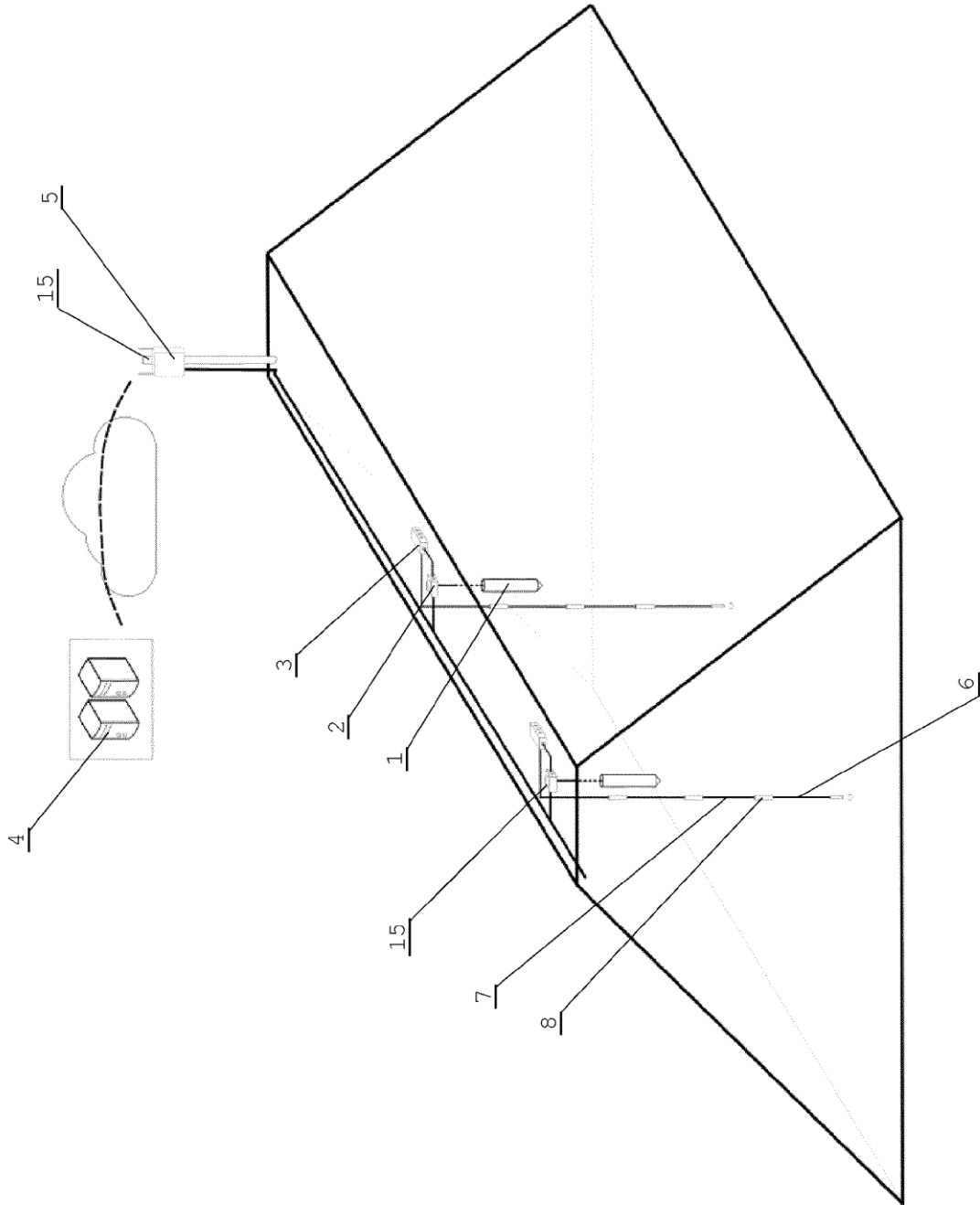


Fig. 1

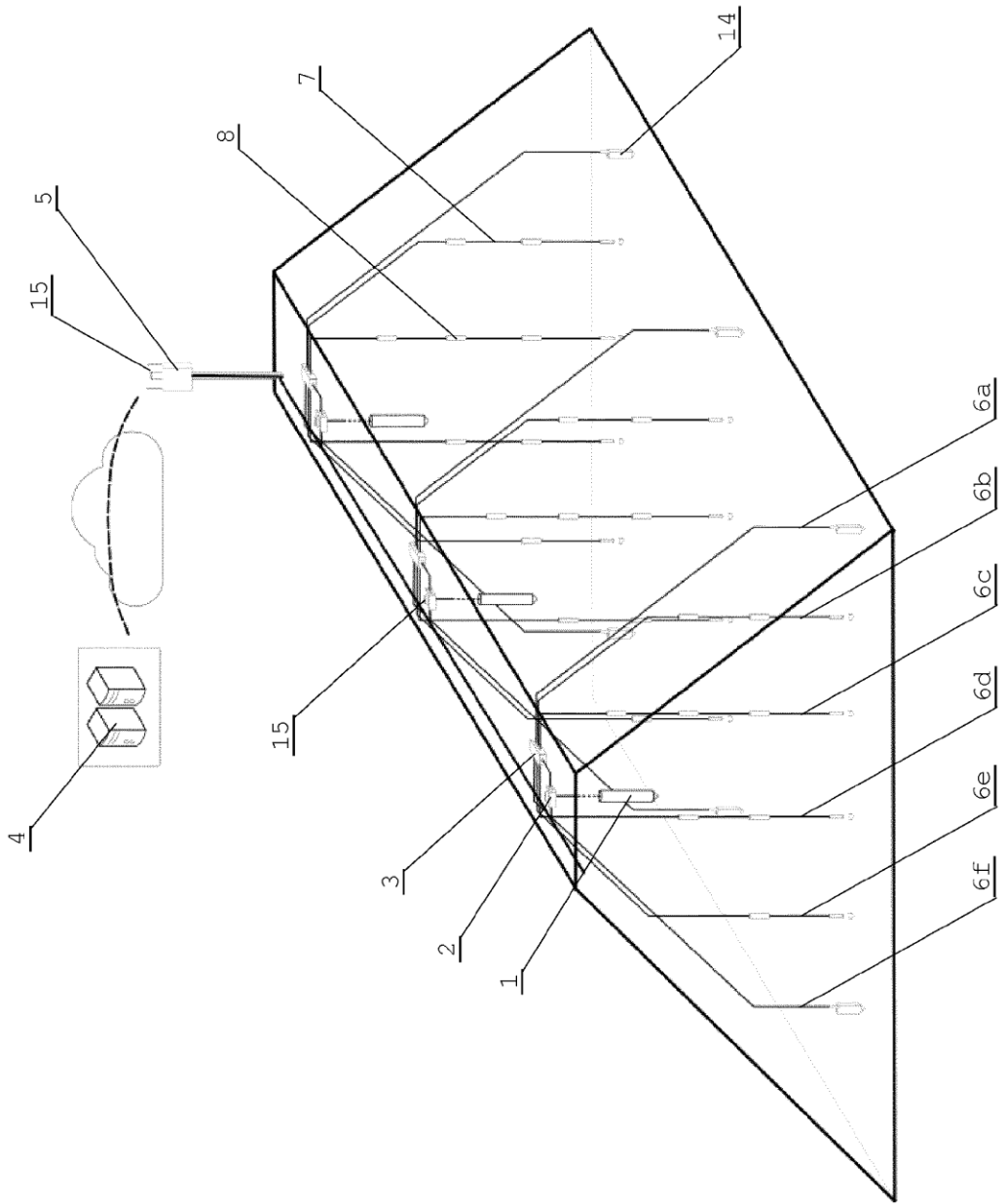


Fig. 2

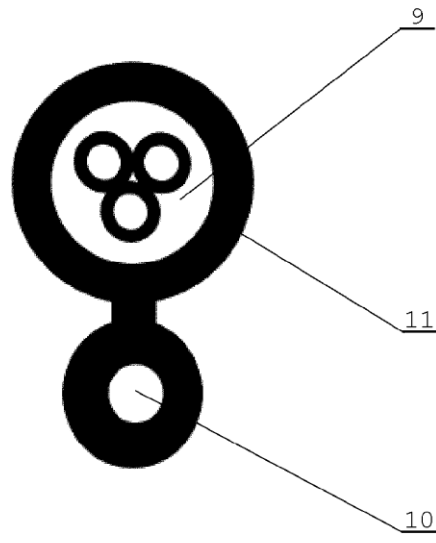


Fig. 3

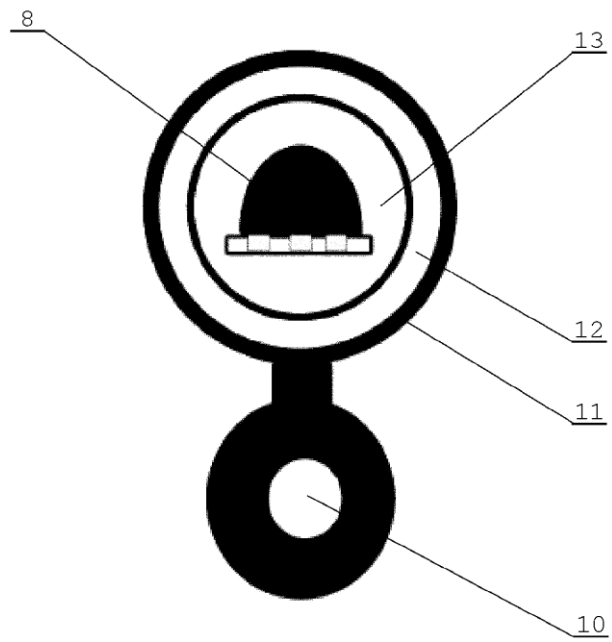


Fig. 4

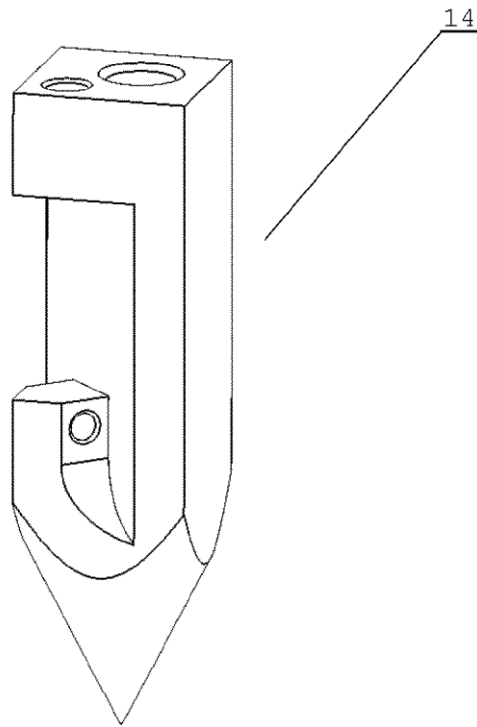


Fig. 5

