

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **233788**
(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **421237**

(22) Data zgłoszenia: **07.04.2017**

(51) Int.Cl.
E02D 19/10 (2006.01)
E02D 19/00 (2006.01)
E02D 3/10 (2006.01)
E02B 11/00 (2006.01)

(54) **Sposób regulowania ilości wody gruntowej usuwanej z obszaru wykopu
ograniczonego systemem przegród odcinających**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:
08.10.2018 BUP 21/18

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:
29.11.2019 WUP 11/19

(73) Uprawniony z patentu:

**HAMER POLSKA
SPÓŁKA Z OGRANICZONĄ
ODPOWIEDZIALNOŚCIĄ
SPÓŁKA KOMANDYTOWA, Kraków, PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:

**PAWEŁ BRUNARSKI, Kraków, PL
JERZY DOMSKI, Kraków, PL**

(74) Pełnomocnik:

rzecz. pat. Łukasz Wściubiak

PL 233788 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest sposób regulowania ilości wody gruntowej usuwanej z obszaru wykopu ograniczonego systemem przegród odcinających, stosowany w celu kontrolowanego obniżenia poziomu wody gruntowej na obszarze wykopu ograniczonego systemem sztucznych, lub naturalnych i sztucznych, stabilnych przegród odcinających, a mający w szczególności zastosowanie przy wykonywaniu głębokich wykopów oraz płyt dennych pomieszczeń podziemnych zagłębionych w grunt, zamkniętych ścianami szczelinowymi, ściankami szczelnymi, ścianami oporowymi i tego typu przegrodami odcinającymi, w warunkach uniemożliwiających zagłębienie przegród odcinających w naturalnej, nieprzepuszczalnej warstwie geologicznej. Wynalazek niniejszy stanowi rozwinięcie wynalazku objętego patentem PL 224 031 B1.

Wykonywanie głębokich wykopów oraz płyt dennych wewnątrz zamkniętego systemu przegród nieprzepuszczających wody, zwłaszcza ścian szczelinowych, ścianek szczelnych, czy ścian oporowych, jest możliwe wówczas, gdy poziom wody gruntowej wewnątrz tego systemu został obniżony przynajmniej do głębokości spodu płyty dennej, która ma, po jej wykonaniu, zamknąć dopływ wody gruntowej z zewnątrz do wnętrza układu ograniczonego wspomnianymi przegrodami odcinającymi.

Z japońskich opisów patentowych JP 3445786(B2) i JP 3493183(B2) znane są metody odwadniania obszaru ograniczonego przegrodami odcinającymi, bazujące na ciśnieniowym zatłaczaniu wody do gruntu poza przegrodami odcinającymi.

W opisie patentowym JP 3445786(B2) ujawniono zarówno sposób, jak i urządzenie do ciśnieniowego zawracania wody gruntowej z powrotem pod powierzchnię gruntu, na drodze takiego pompowania wody gruntowej, aby nie dopuścić do zatykania się porów gruntu przez tlenkowy granulowany materiał, który może powstać z żelaza rozpuszczonego w zawracanej wodzie gruntowej. Ujawniony sposób polega na odpompowywaniu wody gruntowej przez perforowaną, pionową zasysającą rurę osłonową, zakopaną w gruncie i zawracaniu pod ciśnieniem odpompowanej wody ponownie do gruntu przez perforowaną, pionową zwrotną rurę osłonową, zakopaną w gruncie poza przegrodą odcinającą na poziomie powyżej rury zasysającej. W ujawnionym urządzeniu przewidziano szereg przepompowujących wodę zwrotnych kanałów, którymi płynie woda odpompowana zasysającą rurą osłonową i które są utworzone dla zawracania wody do gruntu na drodze ciśnieniowego wtryskiwania jej przez zwrotną rurę osłonową. Wspomniany szereg przepompowujących wodę kanałów zwrotnych jest uformowany jako kanały zamknięte, odcięte od atmosfery, aby zabezpieczyć odpompowaną wodę gruntową przed zetknięciem z atmosferą, zanim powróci ona do gruntu przez zwrotną rurę okładzinową.

Natomiast w opisie patentowym JP 3493183(B2) ujawniono sposób ciśnieniowego zawracania wody gruntowej z powrotem pod powierzchnię gruntu mającego wysoką wodoprzepuszczalność, takiego jak warstwa piasku. Według tego rozwiązania, wodę gruntową z terenu wykopu odpompowuje się perforowaną osłonową rurą zasysającą, zakopaną w gruncie i zawraca ponownie do gruntu poza przegrodą odcinającą wykop przez rurę zwrotną. Końcówka rury zwrotnej jest zaopatrzona w cylindryczne sitko powrotne o osiowym kierunku przepływu wody, które jest poziomo umieszczone w gruncie mającym wysoką wodoprzepuszczalność, takim jak warstwa piasku. Woda jest pod ciśnieniem doprowadzana z rury zwrotnej do wspomnianego powrotnego sitka i jest poprzez nie zawracana do gruntu o wysokiej wodoprzepuszczalności.

Wypompowanie wody gruntowej z wnętrza układu zamkniętego systemem przegród nieprzepuszczających wody i zagłębionych w grunt przepuszczających wodę i usuwanie jej poza teren budowy na ogół jest dopuszczalne pod warunkiem uzyskania stosownych zezwoleń administracyjnych.

Jednakże, w przypadku prac wykopowych w często dziś spotykanych trudnych warunkach, gdy w sąsiedztwie planowanej budowy występuje szereg budynków, budowli czy ciągów komunikacyjnych, na przykład w terenie silnie zurbanizowanym – istnieje realne zagrożenie uszkodzenia istniejących już obiektów wskutek obniżenia zwierciadła wody gruntowej spowodowanego wypompowywaniem i usuwaniem wody gruntowej z wykonywanej w ich pobliżu budowy. Dlatego przy pracach ziemnych w takim terenie, nie jest w ogóle dopuszczalne doprowadzanie do depresji poziomu zwierciadła wody gruntowej na zewnątrz wykonywanego wykopu zamkniętego przegrodami odcinającymi.

Powyższy problem rozwiązuje wynalazek objęty patentem PL 224 031 B1, który pozwala obniżyć lustro wody gruntowej na obszarze ograniczonym przegrodami odcinającymi dożądanego poziomu, a po osiągnięciu wspomnianego poziomu, wytworzyć w zasadzie zamknięty obieg wody gruntowej przez jej kontrolowaną recyrkulację z obszaru wewnątrz systemu przegród odcinających do

kompleksu terenu nawadnianego na zewnątrz przegród odcinających. Umożliwia to powstanie w warstwie wodonośnej, w której zagłębione są dolne końce przegród, strefy podniesionego ciśnienia hydrostatycznego w bezpośrednim sąsiedztwie zewnątrz przegród odcinających, która to strefa stanowi barierę hydrauliczną, ograniczającą infiltrację wody do obszaru wewnątrz systemu przegród odcinających, a jednocześnie dzięki nieustannemu regulowaniu (bilansowaniu) ilości wody odprowadzanej z wykopu do nawadnianego kompleksu terenu na zewnątrz systemu przegród odcinających, poziom zwierciadła wody gruntowej na terenie sąsiadującym z wykopem jest chroniony przed niekontrolowanym obniżeniem lub podwyższeniem.

Według wynalazku objętego patentem PL 224 031 B1, sposób regulowania ilości wody gruntowej usuwanej z obszaru wykopu ograniczonego systemem przegród odcinających, zwłaszcza systemem ścian szczelinowych, ścianek szczelnych, ścian oporowych, obejmujący kontrolowane usuwanie wody gruntowej z wnętrza obszaru ograniczonego przegrodami odcinającymi i jej grawitacyjne odprowadzanie rurami poza przegrody odcinające, przy czym mierzy się korzystnie piezometrami, przynajmniej na zewnątrz systemu przegród odcinających poziom zwierciadła wody gruntowej, zaś grunt spomiędzy przegród odcinających wybiera się ręcznie lub mechanicznie, a na obszarze wewnątrz przegród odcinających teren wykopu, na którym zwierciadło wody gruntowej ma zostać obniżone, wykonuje się ręcznie lub mechanicznie przynajmniej jedną, a korzystnie szereg odwadniających studni, które łączy się rurowym systemem hydraulicznym zawierającym pompy z tymi końcami rur spustowych, które są usytuowane od wewnątrz obszaru wyznaczonego systemem przegród odcinających, charakteryzuje się tym, że:

- 1) zadaje się przedział dopuszczalnych zmian pierwotnego poziomu wód gruntowych na obszarze sąsiadującym z obszarem wykonywanych prac wykopowych;
- 2) wyprowadza się na zewnątrz przegród odcinających poziome rury spustowe, korzystnie usytuowane równomiernie na obwodzie obszaru ograniczonego systemem przegród odcinających oraz korzystnie perforowane przynajmniej na końcach, przy czym rury umieszcza się powyżej pierwotnego poziomu wód gruntowych, lecz w zadanym przedziale dopuszczalnych zmian pierwotnego poziomu wód gruntowych;
- 3) usuwa się wodę gruntową ze studni usytuowanych w obrębie ograniczonym systemem przegród odcinających i odprowadza ją rurami spustowymi poza przegrody odcinające, jednocześnie mierząc korzystnie piezometrami poziom zwierciadła wody gruntowej na nawadnianym kompleksie terenu na zewnątrz systemu przegród odcinających, przy czym zwierciadło wody gruntowej na zewnątrz systemu przegród odcinających utrzymuje się w zadanym przedziale zmian dopuszczalnych poprzez regulację ilości wody usuwanej z obszaru wykopu przez zmniejszanie strumienia wody podawanego poza przegrody odcinające lub przez zwiększanie obszaru odprowadzenia wody w obrębie nawadnianego kompleksu terenu.

Zrozumiałym przy tym dla znawcy jest, że określenie (zadanie) dopuszczalnego przedziału zmian zwierciadła wody gruntowej na terenie kompleksu nawadnianego (tj. na terenie budowy, na zewnątrz systemu przegród odcinających) można oprzeć dla niektórych obszarów na wynikach uzyskiwanych od Państwowych Służb Hydrologicznych, a w razie braku takich danych określić (zadać) uwzględniając wyniki własnych, typowych inżynierskich pomiarów i obliczeń hydrogeologicznych, wykonanych w terenie na etapie projektowania lokalizacji inwestycji.

W wynalazku, przynajmniej część ze wspomnianych rur spustowych łączy się przynajmniej z jednym systemem drenarskich rur nawadniających (tj. z przynajmniej jedną opaską drenarską), zagłębionych w gruncie na zewnątrz systemu przegród odcinających wykop i ulokowanych w obrębie nawadnianego kompleksu terenu, celem umożliwienia w razie takiej konieczności powiększenia obszaru odprowadzenia wody przy regulowanym bilansowaniu ilości wody usuwanej z wykopu.

Ponadto, zależnie od konfiguracji wykonywanego wykopu oraz istniejących warunków hydrogeologicznych, wspomniane odwadniające studnie łączy się systemem pompowym bezpośrednio i/lub pośrednio z końcami rur spustowych, usytuowanymi od wewnątrz systemu przegród odcinających.

W szczególności korzystne jest, gdy wspomniane odwadniające studnie łączy się systemem pompowym z końcami przynajmniej części rur spustowych poprzez przynajmniej jeden układ hydrauliczny, wspólny przynajmniej dla części rur spustowych, a zwłaszcza poprzez jeden wspólny dla rur spustowych układ hydrauliczny, który ma postać kolektora, korzystnie uformowanego w opaskę biegnącą przy przegrodach odcinających.

Rozwiązanie według patentu PL 224 031 B1 pozwala skutecznie regulować ilości wody gruntowej usuwanej z obszaru wykopu ograniczonego systemem przegród odcinających, w celu kontrolowa-

nego, lokalnego i przejściowego (czasowego) obniżania zwierciadła wody gruntowej na obszarze wykonywanego wykopu, ograniczonego przez zamknięty system sztucznych lub naturalnych i sztucznych przegród odcinających – na drodze grawitacyjnego zwracania wody gruntowej wypompowanej z ograniczonego przegrodami odcinającymi obszaru z powrotem pod powierzchnię gruntu, przy jednoczesnym zachowaniu zwierciadła wody gruntowej na zewnątrz tego układu przegród odcinających wykop, na poziomie zasadniczo odpowiadającym poziomowi istniejącego pierwotnie, przed rozpoczęciem ziemnych prac wykopowych.

Jednakże w przypadku stosowania rozwiązania według patentu PL 224 031 B1 w lokalnych, specyficznych warunkach terenowych ujawniają się jego niedostatki, wynikające z tego, że poziome rury spustowe, usuwające wodę gruntową z obszaru wykopu, są poza obszarem ograniczonym ściankami odcinającymi wykop wprowadzone w warstwę terenu znajdującą się w zadanym przedziale dopuszczalnych zmian pierwotnego poziomu wód gruntowych.

W przypadku, gdy w danej lokalizacji wykopu warunki geologiczne są takie, że położone głębiej warstwy przepuszczalne mają większą przepuszczalność od tych, które występują płycej – zachodzi ryzyko, iż stosowanie wynalazku według patentu PL 224 031 B1 może spowodować taką niedopuszczalną sytuację, iż górne warstwy gruntu, w których zagłębione są rury spustowe, nie będą mogły już przyjmować wody ze studni odwadniającej, a jednocześnie w bardziej przepuszczalnych warstwach poniżej nich będzie się wytwarzał lej depresyjny.

Ponadto, wiadomo, że wykonanie wykopów dla położenia poziomych rur spustowych rozluźnia ziemię nad rurami spustowymi, co przy wyższym poziomie wód gruntowych w danym terenie, może w połączeniu z wodą z wykopu spowodować grzęzawisko wokół obszaru ograniczonego ściankami odcinającymi.

Również, niski pierwotny poziom wód gruntowych, np. rzędu 3 czy 4 m pod powierzchnią terenu, może stanowić duży problem wykonawczy takich elementów rozsączających wodę, jakie wymagane są według patentu PL 224 013 B1, z uwagi na konieczność układania ich w poziomie tuż powyżej pierwotnego poziomu występowania wód gruntowych, co skutkuje koniecznością realizacji robót inżynierskich na znacznych głębokościach i jest kosztowne oraz czasochłonne. Dodatkową komplikacją przy tak głębokim posadowieniu elementów rozsączających jest pracochłonność i koszty demontażu wcześniej wykonanych odcinków opaski drenarskiej przy doprowadzaniu terenu nawadnianego do stanu pierwotnego po zakończeniu inwestycji.

Poza tym, w przypadku gdy wykop będzie realizowany w obszarze silnie zurbanizowanym, może okazać się, że wokół budowy brak jest terenu o wystarczająco dużej powierzchni, aby można było na nim rozsączyć całą wodę wyprowadzaną z wykopu ograniczonego ściankami odcinającymi.

Niedogodności powyższe eliminuje sposób regulowania ilości wody gruntowej usuwanej z obszaru wykopu ograniczonego systemem przegród odcinających, będący przedmiotem niniejszego wynalazku.

Zgodnie z wynalazkiem, sposób regulowania ilości wody gruntowej usuwanej z obszaru wykopu ograniczonego systemem przegród odcinających, zwłaszcza systemem ścian szczelinowych, ścianek szczelnych, ścian oporowych, obejmujący kontrolowane usuwanie wody gruntowej z wnętrza obszaru ograniczonego przegrodami odcinającymi i jej grawitacyjne odprowadzanie rurami poza przegrody odcinające, przy czym mierzy się, korzystnie piezometrami, przynajmniej na zewnątrz systemu przegród odcinających poziom zwierciadła wody gruntowej, zaś grunt spomiędzy przegród odcinających wybiera się ręcznie lub mechanicznie, a na obszarze wewnątrz przegród odcinających teren wykopu, na którym zwierciadło wody gruntowej ma zostać obniżone, wykonuje się ręcznie lub mechanicznie przynajmniej jedną, a korzystnie szereg odwadniających studni, które łączy się rurowym systemem hydraulicznym zawierającym pompy z tymi końcami rur spustowych, które są usytuowane od wewnątrz obszaru wyznaczonego systemem przegród odcinających, przy czym przed rozpoczęciem usuwania wody z obszaru wykopu ograniczonego przegrodami odcinającymi zadaje się przedział dopuszczalnych zmian pierwotnego poziomu wód gruntowych na obszarze sąsiadującym z obszarem wykonywanych prac wykopowych, wyprowadza się na zewnątrz przegród odcinających rury spustowe, a następnie usuwa się wodę gruntową ze studni usytuowanych w obrębie ograniczonym systemem przegród odcinających i odprowadza ją rurami spustowymi poza przegrody odcinające, jednocześnie mierząc, korzystnie piezometrami, poziom zwierciadła wody gruntowej na nawadnianym kompleksie terenu na zewnątrz systemu przegród odcinających, przy czym zwierciadło wody gruntowej na zewnątrz systemu przegród odcinających utrzymuje się w zadanym przedziale zmian dopuszczalnych poprzez regulację ilości wody

usuwanej z obszaru wykopu, obejmującą zmianę strumienia wody podawanego poza przegrody odcinające, charakteryzuje się tym, że:

- 1) przed rozpoczęciem usuwania wody z obszaru wykopu ograniczonego przegrodami odcinającymi określa się badaniami hydrogeologicznymi wielkość współczynnika filtracji wody do wewnątrz systemu przegród odcinających oraz wielkość współczynnika chłonności wody na zewnątrz systemu przegród odcinających teren wykopu, a także głębokość położenia warstw geologicznych o największej chłonności,
- 2) na obszarze wewnątrz przegród odcinających teren wykopu wykonuje się co najmniej jedną odwadniającą studnię o głębokości większej niż docelowy poziom zwierciadła wody gruntowej w wykopie,
- 3) na obszarze na zewnątrz przegród odcinających teren wykopu wykonuje się dla każdej odwadniającej studni co najmniej jedną, a korzystnie co najmniej dwie nawadniające studnie o głębokości odpowiadającej głębokości warstw geologicznych o największej chłonności lub o głębokości odwadniającej studni,
- 4) usuwa się wodę gruntową z odwadniających studni, odprowadza ją rurami spustowymi poza przegrody odcinające do nawadniających studni i grawitacyjnie (tj. pod ciśnieniem hydrostatycznym) wprowadza nawadniającymi studniami do wgłębnej warstwy geologicznej o największej chłonności lub do tej samej warstwy geologicznej, z której została odprowadzona przez odwadniającą studnię.

Korzystnie, do przynajmniej jednej odwadniającej studni wprowadza się sondę hydrostatyczną kontrolującą docelowy poziom zwierciadła wody gruntowej w wykopie.

Takie rozwiązanie pozwala na obniżenie zwierciadła wody gruntowej w obrębie terenu wykopu ograniczonego systemem przegród odcinających, bazując na różnicy wielkości współczynnika filtracji wody wewnątrz systemu przegród odcinających i współczynnika chłonności wody na zewnątrz systemu przegród odcinających oraz przewadze ilości nawadniających studni nad ilością odwadniających studni, względnie przewadze powierzchni czynnej nawadniających studni nad powierzchnią czynną odwadniających studni. Ponadto dzięki wgłębniemu wprowadzaniu wody z wykopu do warstwy geologicznej o największej chłonności lub do tej samej warstwy geologicznej, z której została odprowadzona przez odwadniającą studnię, stosowanie sposobu praktycznie nie zaburza poziomu wód gruntowych poza obszarem ograniczonym przegrodami odcinającymi.

Stosowanie wynalazku rozwiązuje przede wszystkim wskazane wyżej niedoskonałości patentu PL 224 031 B1, z uwagi na to, że:

1. Obszar potrzebny do wykonania nawadniających studni na zewnątrz obszaru ograniczonego przez przegrody odcinające nie jest tak rozległy jak obszar wymagany do rozprowadzania wody według wspomnianego wynalazku, gdyż rozsączenie wody wypompowanej z terenu wykopu odbywa się w nawadniających studniach wierconych pionowo w głąb gruntu, a nie powierzchniowo.
2. Wierząc nawadniające studnie na głębokość porównywalną do głębokości odwadniających studni, przecina się wszystkie warstwy wodonośne, występujące na drodze odwiertu poza obszarem ograniczonym przegrodami odcinającymi, co pozwala w skuteczny sposób odprowadzić do nich wodę i to praktycznie niezależnie od ewentualnych naturalnych wahań poziomu wód gruntowych.
3. Studnie nawadniające na zewnątrz obszaru ograniczonego przegrodami odcinającymi wykonuje się przy mniejszej modyfikacji powierzchni terenów przyległych do przegród odcinających, niż w przypadku innych metod odwadniania, a likwidacja studni po zakończeniu budowy jest znacznie prostsza i tańsza od usunięcia instalacji rozsączającej drenarskiej.

W niniejszym wynalazku, przed przystąpieniem do robót ziemnych, określa się znanymi badaniami hydrogeologicznymi nie tylko pierwotny poziom wód gruntowych i przedział dopuszczalnych zmian pierwotnego poziomu wód gruntowych, lecz również wielkość współczynnika filtracji wody wewnątrz przesłony oraz wielkość współczynnika chłonności wody na zewnątrz przesłony, a także położenie warstw geologicznych o największej chłonności. Dzięki temu można już przed przystąpieniem do prac odwadniających określić ilość studni odwadniających oraz ilość i głębokość studni nawadniających.

Dzięki wprowadzeniu sondy hydrostatycznej do studni odwadniającej, możliwe jest kontrolowanie na bieżąco poziomu wody gruntowej w wykopie i regulowanie ilości wody usuwanej z objętości wykopu po osiągnięciu docelowego poziomu jej zwierciadła. Pozwala to na usuwanie ziemi z wykopu równolegle

z prowadzeniem odwodnienia, jak również alternatywnie na rozpoczęcie wybierania ziemi z wykopu dopiero po osiągnięciu oczekiwanego poziomu wody gruntowej wewnątrz systemu przegród odcinających.

Przykładową realizację sposobu według wynalazku, z wykorzystaniem przykładowego układu przedstawionego na załączonym rysunku w przekroju pionowym, przedstawiono poniżej.

Układ do realizacji sposobu regulowania ilości wody gruntowej usuwanej z obszaru wykopu ograniczonego systemem przegród odcinających 2 zakotwionych w gruntach przepuszczalnych, przedstawiony na rysunku, zawiera przykładowo jedną odwadniającą studnię 1 o głębokości większej niż docelowy poziom zwierciadła B wody gruntowej w wykopie, usytuowaną na obszarze, na którym prowadzone są prace odwadniające, związane z wykonaniem wykopu, przy czym obszar ten jest oddzielony od pozostałego terenu budowy sztucznymi przegradami odcinającymi 2, zwłaszcza ścianami szczelinowymi, o obwodzie zamkniętym. Odwadniająca studnia 1 jest korzystnie punktową studnią wierconą.

Poza obszarem ograniczonym przegradami odcinającymi 2, wykonana jest nawadniająca studnia 3, która również jest punktową studnią wierconą. W niniejszym przykładzie głębokość nawadniającej studni 3 jest taka, że sięga ona warstwy geologicznej o największej chłonności, przy czym w prezentowanym przykładzie jest to ta sama warstwa, z której woda będzie odprowadzana przez odwadniającą studnię 1. Zrozumiałym jest przy tym, że w praktyce, zależnie od lokalizacji inwestycji, warstwy geologiczne o największej chłonności nie necessarily muszą być tymi samymi warstwami, z których woda będzie odprowadzana przez odwadniającą studnię 1.

Korzystnie, w dalszych przykładowych układach służących do realizacji sposobu według wynalazku, każdej odwadniającej studni 1 przyporządkowane są dwie lub więcej niż dwie nawadniające studnie 3, połączone równolegle.

W opisywanym przykładowym układzie, w odwadniającej studni 1 znajduje się pompa 4, korzystnie pompa głębinowa, oraz pierwsza sonda hydrostatyczna 5. Zrozumiałym jest przy tym, że pompa 4 jak i pierwsza sonda hydrostatyczna 5 są usytuowane na takim poziomie poniżej powierzchni gruntu A, aby pozwalało to na obniżenie poziomu zwierciadła B wody gruntowej w obrębie terenu ograniczonego przegradami odcinającymi 2 do poziomu wymaganego warunkami prowadzonej budowy.

Ponadto, na terenie poza obszarem ograniczonym przegradami odcinającymi 2, w gruncie rodzimym zagłębiony jest piezometr 6 zawierający drugą sondę hydrostatyczną 7. Druga sonda hydrostatyczna 7 jest usytuowana na głębokości znajdującej się w obrębie dopuszczalnego przedziału zmian poziomu zwierciadła C wody gruntowej na nawadnianym wodą z wykopu terenie, usytuowanym na zewnątrz przegród odcinających 2, określanego np. na podstawie stwierdzonych pomiarami hydrogeologicznymi średniorocznymi, kilkurocznymi lub wieloletnimi wahań pierwotnego poziomu zwierciadła C wody gruntowej przed rozpoczęciem budowy.

Zrozumiałe jest, że w innych przykładowych układach służących do realizacji sposobu według wynalazku, na terenie poza obszarem ograniczonym przegradami odcinającymi 2, w gruncie rodzimym zagłębionych może być szereg piezometrów z sondami hydrostatycznymi. Oczywiście i zrozumiałym jest ponadto, że w dalszych przykładach, w zależności od warunków hydrogeologicznych panujących na danej budowie, piezometry te mogą być rozmieszczane w różnych odległościach zarówno od przegród odcinających 2, jak i od nawadniających studni 3.

Rura podająca 8 pompy 4 jest poprzez pierwszy zawór 9, korzystnie elektrozasuwę, połączona z rurociągiem spustowym 10, odprowadzającym wodę z odwadniającej studni 1 poza obręb przegród odcinających 2. Z kolei rurociąg spustowy 10 połączony jest poprzez drugi zawór 11, korzystnie elektrozasuwę, z rurą nawadniającą 12, wprowadzoną pionowo do nawadniającej studni 3, a ponadto połączony jest poprzez kolano hydrauliczne 13 z rurą zrzutową 14, służącą w razie potrzeby do odprowadzania do instalacji kanalizacyjnej nadmiaru wody z wykopu (np. w przypadkach gwałtownych ulew).

Pierwszy zawór 9 jest połączony z pierwszym organem wykonawczym I, korzystnie elektromagnetycznym, powodującym otwieranie, zamykanie i zmiany przepustowości pierwszego zaworu 9, przy czym pierwszy organ wykonawczy I jest sterowany sygnałem z pierwszej sondy hydrostatycznej 5 umieszczonej w odwadniającej studni 1.

Natomiast drugi zawór 11 jest połączony z drugim organem wykonawczym II, korzystnie elektromagnetycznym, powodującym otwieranie, zamykanie i zmiany przepustowości drugiego zaworu 11, przy czym drugi organ wykonawczy II jest sterowany sygnałem z drugiej sondy hydrostatycznej 7 umieszczonej w piezometrze 6.

W innych przykładowych układach, służących do realizacji sposobu według wynalazku, które mają więcej niż jedną nawadniającą studnię 3, korzystne jest aby do każdej nawadniającej studni 3 był

przypisany odrębny piezometr 6 z drugą sondą hydrostatyczną 7, która sterowałaby tylko drugim zaworem 11, przypisanym do rury nawadniającej 12 wprowadzonej do danej nawadniającej studni 3.

Zrozumiałym dla fachowców jest, że przed przystąpieniem do realizacji odwodnienia terenu wykopu sposobem według wynalazku, przeprowadza się znanymi metodami analizę techniczną, która ma na celu odpowiedzieć, czy przy realizacji danej inwestycji możliwe jest skuteczne zastosowanie sposobu według niniejszego wynalazku. Analizę taką prowadzi się dla określonej lokalizacji i konkretnych warunków terenowych oraz gruntowych, przy następujących założeniach projektowych:

- budowla ma być posadowiona w gruntach przepuszczalnych dla wód gruntowych;
- woda gruntowa będzie usuwana podczas budowy z obszaru wykopu otoczonego systemem przegród odcinających;
- system przegród odcinających nie dosięgnie warstw nieprzepuszczalnych (czyli podczas odwadniania obszaru wykopu woda będzie mogła napływać do obszaru ograniczonego przegradami odcinającymi pod ich dolnymi krawędziami);
- teren, na którym będą prowadzone prace budowlane jest mocno zurbanizowany, co będzie skutkowało brakiem zgody właściwych organów administracji na obniżanie zwierciadła wód gruntowych na zewnątrz systemu przegród odcinających w czasie odwadniania wykopu.

Jeżeli powyższa analiza potwierdzi możliwość realizacji sposobu według wynalazku, to na terenie planowanej inwestycji wykonuje się znane hydrologiczne badania szczegółowe gruntu, wskazujące pierwotny poziom wód gruntowych i dopuszczalny przedział zmian poziomu ich zwierciadła oraz współczynnik filtracji, który ma znaczenie przy określaniu (obliczaniu) znanymi metodami inżynierskimi ilości, głębokości i usytuowania studni odwadniających i współczynnik chłonności, mający znaczenie przy określaniu (obliczaniu) wspomnianymi metodami inżynierskimi ilości, głębokości, powierzchni czynnej i usytuowania studni nawadniających, a także głębokość położenia warstw geologicznych o największej chłonności.

Zrozumiałym jest przy tym, że ustalenie dopuszczalnego przedziału zmian zwierciadła wody gruntowej na terenie kompleksu nawadnianego (tj. na terenie na zewnątrz systemu przegród odcinających) można oprzeć dla niektórych obszarów na wynikach uzyskiwanych od Państwowych Służb Hydrologicznych, ale korzystne jest, by weryfikować takie dane w oparciu o wyniki własnych, typowych inżynierskich pomiarów i obliczeń hydrogeologicznych, wykonanych w terenie na etapie projektowania lokalizacji inwestycji.

Po skompletowaniu wyników badań hydrogeologicznych projektuje się z ich uwzględnieniem, znanymi metodami inżynierskimi, instalację odwadniającą dla danej inwestycji, która będzie służyć realizacji sposobu zgodnego z wynalazkiem. Przygotowany projekt przekazuje do akceptacji odpowiednim organom administracji, a po zatwierdzeniu projektu przystępuje się do jego realizacji.

Na wyznaczonym terenie, wytycza się i wykonuje, zgodnie z projektem, przegrody odcinające 2 o obwodzie zamkniętym, do zaprojektowanej głębokości, większej od pierwotnego poziomu zwierciadła C wody gruntowej i od docelowego poziomu zwierciadła B wody w wykopie.

Wokół przegród odcinających 2, rozmieszcza się zgodnie z projektem piezometri 6 z drugimi sondami hydrostatycznymi 7, służące do pomiaru zmian, podczas realizacji sposobu, poziomu zwierciadła C wód gruntowych na zewnątrz wykopu.

W obszarze zamkniętym przegradami odcinającymi 2, wykonuje się wymaganą projektem ilość odwadniających punktowych studni 1 wierconych, przykładowo jedną (jak na załączonym rysunku), w której osadza się pompę 4, o perforowanym koszu ssawnym oraz łączy się pompę 4 z rurą podającą 8, wyprowadzoną ponad koronę odwadniającej studni 1. Ponadto do odwadniającej studni 1 wprowadza się pierwszą sondę hydrostatyczną 5, która umożliwia uzyskanie informacji, czy bieżący poziom zwierciadła B wody gruntowej w odwadniającej studni 1 jest podczas pompowania wody wyższy czy niższy od założonego projektem poziomu, do którego ma zostać obniżony.

Na zewnątrz obszaru zamkniętego przegradami odcinającymi 2 wierci się nawadniające studnie 3, których ilość i rozmieszczenie wokół przegród odcinających 2 wyznaczono w projekcie. Przykładowo, jak pokazano na rysunku, na zewnątrz obszaru zamkniętego przegradami odcinającymi 2 wierci się jedną nawadniającą studnię 3. Do nawadniającej studni 3 wprowadza się pionową rurę nawadniającą 12, tak aby jej górny koniec był wyprowadzony ponad koronę nawadniającej studni 3.

Wyprowadzony z odwadniającej studni 1 górny koniec rury podającej 8 łączy się poprzez pierwszy zawór 9, np. elektrozasuwę, z pierwszym końcem rurociągu spustowego 10. Pierwszy zawór 9 służy do regulacji ilości wody wyprowadzanej z odwadniającej studni 1 do rurociągu spustowego 10. Drugi koniec

rurociągu spustowego 10 łączy się poprzez drugi zawór 11, np. elektrozasuwę, z górnym końcem nawadniającej rury 12, przy czym drugi zawór 11 służy do regulacji ilości wody wprowadzanej do nawadniającej studni 3. Ponadto do rurociągu spustowego 10 przyłącza się, na przykład przez trójnik, kolano hydrauliczne 13, pozwalające utrzymywać podczas pompowania wody zadane ciśnienie hydrostatyczne w rurze nawadniającej 12 i odprowadzające w razie jego wzrostu nadmiar wody przez rurę zrzutową 14.

Przykładowa realizacja wynalazku z wykorzystaniem opisanego wyżej układu przebiega następująco.

Uruchamia się pompę 4 w odwadniającej studni 1 i prowadzi regulację strumienia wody zaworami 9 i 11 tak, aby ilość wody wypompowywanej z obszaru wykopu zamkniętego przegrodami odcinającymi 2 i wody wprowadzanej nawadniającą studnią 3 do warstwy geologicznej o największej chłonności (która w prezentowanym przykładzie jest tą samą warstwą, z której woda jest wypompowywana odwadniającą studnią 1, uzupełniała ubytek wody w gruncie poza wykopem, tj. na zewnątrz przegród odcinających 2, co będzie powodowało utrzymywanie się poziomu zwierciadła C wody gruntowej na zewnątrz przegród odcinających 2 na praktycznie niezmiennym poziomie.

Postępuje się tak, aż do osiągnięcia planowanego obniżenia poziomu zwierciadła B wody gruntowej wewnątrz obszaru ograniczonego przegrodami odcinającymi 2.

Końcowym, docelowym (żadany) stanem jest obniżenie poziomu zwierciadła B wody gruntowej wewnątrz obszaru ograniczonego przegrodami odcinającymi 2 do zadanego projektem poziomu i utrzymanie go w trakcie robót, dzięki bilansowaniu ilości wody przepływającej pod dolnymi krawędziami przegród 2 do wnętrza wykopu z ilością wody, która jest odpompowywana z odwadniającej studni 1 w regulowanym pierwszą sondą hydrostatyczną 5 cyklu i przez przewody rurowe 8, 10, 12 wprowadzana jest do nawadniającej studni 3. W ten sposób realizowany obieg wody pozwala utrzymać żądany poziom wody gruntowej w wykopie oraz na zewnątrz przegród odcinających 2. Proces ten trwa przez cały okres realizacji budowy, aż do momentu, kiedy uwolnienie wód gruntowych (wskutek zaprzestania pompowania) nie spowoduje już zagrożenia dla budowli, z uwagi na wykonanie szczelnej płyty dennej w obrębie przegród odcinających 2.

Wykonawca robót ziemnych może przystąpić do wykonywania wykopów po osiągnięciu planowanego obniżenia poziomu zwierciadła B wody gruntowej wewnątrz obszaru ograniczonego przegrodami odcinającymi 2. Może on też rozpocząć prace ziemne wcześniej, wybierając ziemię z wykopu stopniowo, w miarę obniżania się poziomu zwierciadła B wody gruntowej wewnątrz obszaru ograniczonego przegrodami odcinającymi 2.

Po wykonaniu założonego zakresu prac i wykonaniu szczelnej płyty dennej, następuje zakończenie pompowania, demontaż instalacji, korkowanie w znany sposób odwadniającej studni 1 i zasypanie nawadniającej studni 3.

W razie gdy poziom zwierciadła C wód gruntowych na zewnątrz obszaru ograniczonego przegrodami odcinającymi 2 przekroczy podczas pompowania wody górną dopuszczalną wartość, np. z powodu gwałtownych intensywnych opadów, to nadmiar wód gruntowych zawieszonych w objętości wykopu zostanie usunięty z instalacji rurą zrzutową 14 poza teren budowy, do instalacji kanalizacyjnej, która przed przystąpieniem do pompowania musi być również wykonana.

Przy obniżaniu się poziomu zwierciadła B wody gruntowej wewnątrz obszaru ograniczonego przegrodami odcinającymi 2 do poziomu zadanego projektem, realizacja sposobu w zaprezentowanym układzie przebiegać będzie następująco.

Poziom wody w odwadniającej studni 1 jest mierzony pierwszą sondą hydrostatyczną 5, a sygnał elektryczny z niej jest przekazywany do pierwszego organu wykonawczego I sprzęgniętego z pierwszym zaworem 9, powodując w miarę obniżania się poziomu zwierciadła B wody do zadanego poziomu, przyamykanie zaworu 9.

Innymi słowy, dzięki informacji z pierwszej sondy hydrostatycznej 5 można poprzez przymknięcie pierwszego zaworu 9 zmniejszyć ilość wody wypompowywanej odwadniającą studnią 1 z obszaru wykopu, przez co poziom zwierciadła B wody w wykopie zacznie się stopniowo podnosić. Alternatywnie, poprzez otwarcie pierwszego zaworu 9, ilość wody wypompowywanej przez odwadniającą studnię 1 z wykopu się zwiększy, co będzie skutkowało obniżeniem się poziomu zwierciadła B wody w obrębie przegród 2.

Woda pompowana z wykopu za pomocą pompy głębinowej 4 kierowana jest do rurociągu spustowego 10, wyposażonego w trójnik, skąd jedną odnogą rurociągu spustowego 10 woda będzie kierowana do jednej lub kilku nawadniających studni 3.

Część objętości wody wypompowana z odwadniającej studni 1, usytuowanej wewnątrz przegród odcinających 2, będzie służyć do uzupełnienia obniżającego się poziomu zwierciadła C wody gruntowej na zewnątrz przegród odcinających 2. Nastąpi to poprzez odnogę rurociągu spustowego 10 skierowaną do nawadniającej studni 3. Odnoga ta jest połączona z rurą nawadniającą 12 poprzez drugi zawór 11, regulujący strumień wody napływający do nawadniającej studni 3. Strumień ten będzie ściśle kontrolowany poprzez zamykanie lub otwieranie drugiego zaworu 11 przez sprzęgnięty z nim drugi organ wykonawczy II. Wielkość napływającego do rury nawadniającej 12 strumienia wody będzie ściśle uzależniona od wskazań drugiej sondy hydrostatycznej 7, umiejscowionej w piezometrze 6, osadzonym w gruncie poza obrysem przegród odcinających 2. Jeżeli poziom zwierciadła C wód gruntowych poza przegradami odcinającymi 2 będzie ulegał obniżaniu, nastąpi większe otwarcie drugiego zaworu 11 na rurze nawadniającej 12, osadzonej w nawadniającej studni 3. Będzie to skutkowało wprowadzeniem większej ilości wody do gruntu, co spowoduje podniesienie się poziomu zwierciadła C wody gruntowej na zewnątrz przegród odcinających 2. Jeżeli natomiast, wskazywany piezometrem 6 poziom zwierciadła C wody gruntowej na zewnątrz przegród odcinających 2, za bardzo się podniesie, to wówczas drugi zawór 11 zostanie przymknięty. Spowoduje to ograniczenie dopływu wody do nawadniającej studni 3, co wpłynie na obniżenie się poziomu zwierciadła C wody gruntowej na zewnątrz przegród odcinających 2. Fakt ten po pewnym czasie zostanie zarejestrowany przez drugą sondę hydrostatyczną 7 umieszczoną w piezometrze 6, która stosownie do poziomu zwierciadła C wody gruntowej ponownie może bardziej uchylić drugi zawór 11.

Z kolei druga odnoga rurociągu spustowego 10, którą będzie okazjonalnie w razie potrzeby usuwany nadmiar wody gruntowej, może być również wyposażona w urządzenie do regulacji ilości usuwanej wody. Może to być przykładowo zwykła zasawa, ale również wyprofilowana w kolano hydrauliczne 13 i wyniesiona na zadaną wysokość ponad powierzchnię gruntu A rura zrzutowa 14. Wyniesienie kolana hydraulicznego 13 rury zrzutowej 14 wyżej od rurociągu spustowego 10 ma za zadanie uniemożliwienie samoczynnego, niekontrolowanego wypływu wody przez rurę zrzutową 14 na skutek działania pompy 4. Innymi słowy, prezentowany układ zapewnia pełną kontrolę utrzymywania poziomu zwierciadła B wody gruntowej wewnątrz przegród odcinających 2 jak poziomu zwierciadła C wody gruntowej na zewnątrz przegród odcinających 2.

Podsumowując, proponowane rozwiązanie jest rozwiązaniem alternatywnym do powszechnie obecnie stosowanej przez wykonawców metody korkowania dna wykopu za pomocą tzw. wierconych korków betonowych, których zadaniem jest zatamowanie napływu wody do wykopu od dołu. Korki te wykonuje się na wysokości poniżej dna płyty fundamentowej planowanej budowli. Ta znana metoda nie zawsze jest jednak skuteczna, a na pewno zawsze jest kosztowna i czasochłonna. Niniejszy wynalazek eliminuje wszystkie te wady i ograniczenia znanego stanu techniki.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób regulowania ilości wody gruntowej usuwanej z obszaru wykopu ograniczonego systemem przegród odcinających, zwłaszcza systemem ścian szczelinowych, ścianek szczelnych, ścian oporowych, obejmujący kontrolowane usuwanie wody gruntowej z wnętrza obszaru ograniczonego przegradami odcinającymi i jej grawitacyjne odprowadzanie rurami poza przegrody odcinające, przy czym mierzy się korzystnie piezometrami, przynajmniej na zewnątrz systemu przegród odcinających poziom zwierciadła wody gruntowej, zaś grunt pomiędzy przegradami odcinającymi wybiera się ręcznie lub mechanicznie, a na obszarze wewnątrz przegród odcinających teren wykopu, na którym zwierciadło wody gruntowej ma zostać obniżone, wykonuje się ręcznie lub mechanicznie przynajmniej jedną, a korzystnie szereg odwadniających studni, które łączy się rurowym systemem hydraulicznym zawierającym pompy z tymi końcami rur spustowych, które są usytuowane od wewnątrz obszaru wyznaczonego systemem przegród odcinających, przy czym przed rozpoczęciem usuwania wody z obszaru wykopu ograniczonego przegradami odcinającymi zadaje się przedział dopuszczalnych zmian pierwotnego poziomu wód gruntowych na obszarze sąsiadującym z obszarem wykonywanych prac wykopowych, wyprawia się na zewnątrz przegród odcinających rury spustowe, a następnie usuwa się wodę gruntową ze studni usytuowanych w obrębie ograniczonym systemem przegród odcinających i odprowadza ją rurami spustowymi poza przegrody odcinające, jednocześnie mierząc, korzystnie piezometrami, poziom zwierciadła wody gruntowej na nawadnianym kompleksie terenu na

zewnątrz systemu przegród odcinających, przy czym zwierciadło wody gruntowej na zewnątrz systemu przegród odcinających utrzymuje się w zadanym przedziale zmian dopuszczalnych poprzez regulację ilości wody usuwanej z obszaru wykopu, obejmującą zmianę strumienia wody podawanego poza przegrody odcinające, **znamienny tym**, że:

- 1) przed rozpoczęciem usuwania wody z obszaru wykopu ograniczonego przegrodami odcinającymi (2) określa się badaniami hydrogeologicznymi wielkość współczynnika filtracji wody do wewnątrz systemu przegród odcinających (2) oraz wielkość współczynnika chłonności wody na zewnątrz systemu przegród odcinających (2), a także głębokość położenia warstw geologicznych o największej chłonności,
 - 2) na obszarze wewnątrz przegród odcinających (2) teren wykopu wykonuje się co najmniej jedną odwadniającą studnię (1) o głębokości większej niż docelowy poziom zwierciadła (B) wody gruntowej w wykopie,
 - 3) na obszarze na zewnątrz przegród odcinających (2) teren wykopu wykonuje się dla każdej odwadniającej studni (1) co najmniej jedną, a korzystnie co najmniej dwie nawadniające studnie (3) o głębokości odpowiadającej głębokości warstw geologicznych o największej chłonności lub o głębokości odwadniającej studni (1),
 - 4) usuwa się wodę gruntową z odwadniających studni (1), odprowadza ją rurociągami spustowymi (10) poza przegrody odcinające (2) do nawadniających studni (3) i grawitacyjnie wprowadza nawadniającymi studniami (3) do wgłębnej warstwy geologicznej o największej chłonności lub do tej samej warstwy geologicznej, z której woda została odprowadzona przez odwadniającą studnię (1).
2. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że do przynajmniej jednej odwadniającej studni (1) wprowadza się sondę hydrostatyczną (5), kontrolującą docelowy poziom zwierciadła (B) wody gruntowej w wykopie.

Rysunek



