

BUDOWNICTWO SPECJALNE	NORMA BRANŻOWA	BN-78
	Budownictwo hydrotechniczne	8950-05
	Określenie współczynnika wodoprzepuszczalności	Zamiast BN-68/8950-05 20
	Zasady projektowania i wykonywania pompowań badawczych z pojedynczych studni i otworów hydrogeologicznych w warunkach ruchu ustalonego	Grupa katalogowa VII 7024

1. WSTĘP

1.1. Przedmiot normy. Przedmiotem normy są ogólne zasady projektowania i wykonywania pompowań badawczych, których celem jest określenie współczynnika wodoprzepuszczalności.

1.2. Zakres stosowania normy. Norma dotyczy pompowań badawczych prowadzonych dla budownictwa wodnego w ramach badań hydrogeologicznych lub geologiczno-inżynierskich. Podane w normie zasady powinny być stosowane przy wykonywaniu pompowań badawczych w węzłach hydrogeologicznych oraz w studniach lub otworach hydrogeologicznych niezaopatrzonych w otwory obserwacyjne. Normę należy stosować do pompowań prowadzonych z ośrodków wodonośnych jednorodnych lub o nieznacznej niejednorodności, dla których można określić jeden średni współczynnik wodoprzepuszczalności. Programowanie i wykonywanie pompowań badawczych oparte na innych niż podane w niniejszej normie zaleceniach możliwe jest tylko pod warunkiem należytego uzasadnienia naukowego i gospodarczego.

1.3. Określenia

1.3.1. Pompowanie badawcze — wg PN-77/G-01300; w rozumieniu normy pompowanie badawcze dla określenia współczynnika wodoprzepuszczalności.

1.3.2. Program pompowania badawczego — opracowany zgodnie z niniejszą normą projekt pompowania z konkretnej studni lub otworu hydrogeologicznego.

1.3.3. Studnia — wg PN-77/G-01300.

1.3.4. Otwór hydrogeologiczny — w rozumieniu normy rozpoznawczy hydrogeologiczny wg PN-77/G-01300.

1.3.5. Studnia pojedyncza — studnia, na której

wydatek nie mają wpływu inne studnie lub otwory hydrogeologiczne.

1.3.6. Otwór hydrogeologiczny pojedynczy — otwór hydrogeologiczny, na którego wydatek nie mają wpływu inne studnie lub otwory hydrogeologiczne.

1.3.7. Studnia doskonała — studnia, której wydatek zależy jest jedynie od depresji w studni oraz od oporu filtracyjnego ośrodka wodonośnego.

1.3.8. Studnia niedoskonała — studnia, której wydatek zależy jest od depresji w studni, oporu filtracyjnego ośrodka wodonośnego oraz od dodatkowych oporów, które mogą pochodzić od stopnia odsłonięcia strefy nasycenia, zmian przepuszczalności ośrodka, występowania odchyłek od liniowego prawa filtracji oraz od przepływu wody przez filtr i wewnątrz studni.

1.3.9. Otwór hydrogeologiczny doskonały, otwór hydrogeologiczny niedoskonały — pojęcia definiowane analogicznie jak w przypadku studni, tj. zgodnie z 1.3.7 i 1.3.8.

1.3.10. Studnia niezupełna lub otwór hydrogeologiczny niezupełny — studnia lub otwór hydrogeologiczny, do których dopływ wody zachodzi na części miąższości strefy nasycenia na jej granicy ze studnią lub otworem hydrogeologicznym w czasie pompowania.

1.3.11. Stopień niedoskonałości studni — procent zmniejszenia wydajności studni niedoskonałej w stosunku do wydajności studni doskonałej przy analogicznej depresji.

1.3.12. Otwór obserwacyjny — otwór dogłębiony do warstwy wodonośnej i przystosowany do prowadzenia pomiarów głębokości zalegania zwierciadła wody podziemnej, pobierania próbek do badań jej jakości oraz innych badań objętych programem pompowania badawczego.

Zgłoszona przez Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej
Ustanowiona przez Ministra Rolnictwa dnia 27 lutego 1978 r.
jako norma obowiązująca od dnia 1 października 1978 r.
(Dz. Norm. i Miar nr 8/1978 poz. 39)

1.3.13. Piezometr studzienny — piezometr stanowiący konstrukcyjną część studni lub otworu hydrogeologicznego umożliwiający przy odpowiednim wysokościowym usytuowaniu filtru właściwego piezometru, dokonywanie pomiaru depresji obliczeniowej.

1.3.14. Węzeł hydrogeologiczny — studnia lub otwór hydrogeologiczny i jeden lub więcej otworów obserwacyjnych, usytuowany w odległościach umożliwiających wykorzystanie prowadzonych w nich obserwacji do obliczenia współczynnika wodoszczelności.

1.3.15. Promień węzła hydrogeologicznego — półprosta wychodząca ze środka studni lub otworu hydrogeologicznego, wzdłuż której usytuowano jeden lub kilka otworów obserwacyjnych.

1.3.16. Stanowisko badawcze — węzeł hydrogeologiczny albo studnia lub otwór hydrogeologiczny bez otworów obserwacyjnych.

1.3.17. Depresja — wg PN-77/G-01300.

1.3.18. Depresja w studni lub otworze hydrogeologicznym — depresja mierzona w studni lub otworze hydrogeologicznym zawierająca straty hydrauliczne zachodzące przy przepływie wody przez konstrukcję filtrującą i wewnątrz studni lub otworu hydrogeologicznego, a w przypadku swobodnego zwierciadła wody także odcinek swobodnego wypływu; określenie równoważące: depresja pozorna.

1.3.19. Depresja w otworze obserwacyjnym — depresja mierzona w otworze obserwacyjnym.

1.3.20. Depresja obliczeniowa — depresja w studni lub otworze hydrogeologicznym pomniejszona o straty hydrauliczne zachodzące przy przepływie wody przez konstrukcję filtrującą i wewnątrz studni lub otworu hydrogeologicznego.

1.3.21. Wznios zwierciadła wody — podnoszenie się zwierciadła wody podziemnej w studni i otworach obserwacyjnych; w rozumieniu normy jest to stabilizacja zwierciadła wody po zaprzestaniu pompowania.

1.3.22. Pompowanie w warunkach ruchu ustalonego — pompowanie, przy którym depresja i wydatek są ustalone.

1.3.23. Pompowanie w warunkach ruchu nieustalonego — pompowanie, przy którym depresja lub wydatek albo obie te wielkości są nieustalone.

1.3.24. Wydatek studni lub otworu hydrogeologicznego — ilość wody czerpanej ze studni lub otworu hydrogeologicznego w jednostce czasu.

1.3.25. Dopuszczalny wydatek studni lub otworu hydrogeologicznego — wydatek, przy którym prędkość filtracji w najbardziej narażonym prze-

kroju poprzecznym jest równa prędkości dopuszczalnej.

1.3.26. Zwierciadło statyczne — wg PN-77/G-01300.

1.3.27. Filtr właściwy — wg PN-76/G-01201.

1.3.28. Filtr studzienny — wg PN-77/G-01300.

1.3.29. Wysokościowe usytuowanie filtru właściwego lub filtru studziennego — położenie filtru właściwego lub filtru studziennego w ośrodku wodonośnym, określone głębokością położenia jego górnej i dolnej krawędzi lub w przypadku studni zasilanych przez dno głębokością położenia otwartego dna.

1.3.30. Ośrodek wodonośny — skała lub zespół skał wodoprzepuszczalnych, których pory lub szczeliny są lub mogą być wypełnione wodą wolną do pełnej pojemności.

1.3.31. Współczynnik wodoprzepuszczalności — miara wodoprzepuszczalności gruntu, określająca przy filtracji liniowej zależność między spadkiem hydraulicznym i prędkością filtracji, mającą miano prędkości; pojęcie równoważące: współczynnik filtracji.

1.4. Wykaz oznaczeń

L — czynna długość filtra studziennego, m,

h — miąższość swobodnego strumienia wód podziemnych, m,

M — miąższość strumienia wód podziemnych przy napiętym zwierciadle wody, m,

s — depresja w studni, m,

x_n — odległość otworu obserwacyjnego usytuowanego na n -tej pozycji od studni lub otworu hydrogeologicznego, m,

n — oznaczenie kolejności położenia otworów obserwacyjnych liczone od studni lub otworu hydrogeologicznego ustalane odrębnie dla każdego promienia węzła hydrogeologicznego,

x_1 — odległość pierwszego otworu obserwacyjnego od studni lub otworu hydrogeologicznego, m,

p — współczynnik służący do obliczania odległości otworów obserwacyjnych od studni lub otworu hydrogeologicznego,

h_0 — wysokość słupa wody w studni lub otworze hydrogeologicznym przy statycznym zwierciadle wody (przed rozpoczęciem pompowania), m,

j — liczba depresji stosowanych w czasie pompowania pomiarowego,

t_3 — łączny czas pompowania przy trzech depresjach, doby,

t_j — łączny czas pompowania przy j depresjach, doby,

- b — pionowa odległość dynamicznego zwierciadła wody od terenu, m,
 Δb — dopuszczalna amplituda wahań dynamicznego zwierciadła wody w warunkach ruchu ustalonego, m,
 Q — wydatek studni lub otworu hydrogeologicznego, m³/s.

2. PROJEKTOWANIE POMPOWAŃ BADAWCZYCH

2.1. Wybór stanowiska badawczego powinien być uzależniony od wymaganej dokładności określania współczynnika wodoprzepuszczalności oraz od warunków hydrogeologicznych. Określenie wartości współczynnika wodoprzepuszczalności powinno być dokonywane za pomocą pompowania badawczego w węźle hydrogeologicznym. Stosowanie pompowań badawczych ze studni lub otworów hydrogeologicznych bez otworów obserwacyjnych może mieć miejsce tylko w przypadkach wyjątkowych, gdy mają one nieznaczny stopień niedoskonałości, gdy można poprzestać na znalezieniu przybliżonej wartości współczynnika wodoprzepuszczalności lub gdy głębokość otworów obserwacyjnych byłaby znaczna.

2.2. Podział pompowania badawczego. Pompowanie badawcze powinno być przeprowadzone w trzech etapach, na które składają się: pompowanie oczyszczające, pompowanie pomiarowe i obserwacja wzniosu zwierciadła wody. W uzasadnionych przypadkach zgodnie z 2.2.2 można zrezygnować z pompowania oczyszczającego.

a) **Pompowanie oczyszczające** należy prowadzić w studniach nowych lub długo nieużytkowanych, studniach eksploatowanych przy małych depresjach oraz w otworach hydrogeologicznych, aż do wytworzenia w ośrodku wodonośnym zbudowanym ze skał sypkich filtru naturalnego, przeciwdziałającego piaszczeniu studni lub wytworzenia w skałach spękanych strefy z dobrze oczyszczonymi szczelinami, w celu przygotowania ich do pompowania pomiarowego.

b) **Pompowanie pomiarowe** powinno umożliwić dokonanie pomiarów depresji i wydatku w warunkach ruchu ustalonego, umożliwiających obliczenie współczynnika wodoprzepuszczalności. W czasie pompowań pomiarowych należy prowadzić również inne badania i obserwacje, ujęte programem pompowania badawczego.

c) **Obserwacja wzniosu zwierciadła wody** powinna umożliwić pomiar przebiegu wypełniania się jęła depresyjnego oraz określenie położenia zwierciadła statycznego wody podziemnej.

2.3. Studnie i otwory hydrogeologiczne. Konstrukcja, lokalizacja i technologia wykonywania

2.3.1. Konstrukcja studni i otworów hydrogeolo-

gicznych powinna umożliwiać wprowadzenie pompy lub kosza rurociągu ssawnego oraz wykonywanie zaplanowanych pomiarów lub specjalnych badań. W przypadku wykonywania studni wierconych lub otworów hydrogeologicznych bez otworów obserwacyjnych lub węzłów hydrogeologicznych z jednym otworem obserwacyjnym należy zainstalować piezometr studzienny z filtrem właściwym usytuowanym tak, aby jego górna krawędź znajdowała się na tej samej głębokości co górna krawędź filtru właściwego studni lub otworu hydrogeologicznego. W przypadku wykonywania studni kopanych instalowanie piezometru studziennego nie jest konieczne.

2.3.2. Długość, średnica oraz konstrukcja filtru studziennego lub filtru właściwego otworu hydrogeologicznego powinny być dobrane w taki sposób aby:

a) przy największym wydatku prędkość dopływu wody nie przekroczyła wartości dopuszczalnej dla danego rodzaju skały,

b) opory wlotowe oraz opory przy przepływie wewnątrz studni lub otworu hydrogeologicznego osiągnęły możliwie najmniejsze wartości oraz

c) uniemożliwić nadmierne przedostawanie się do jego środka drobnego materiału skalnego w ilości powodującej spadek jego sprawności lub nie powodować uszczelnienia ośrodka wokół filtru.

2.3.3. Wysokościowe usytuowanie filtru studziennego lub filtru właściwego studni, lub otworu hydrogeologicznego. Filtr studzienny lub filtr właściwy należy tak zlokalizować, aby zafiltrowany odcinek był reprezentatywny dla badanego ośrodka wodonośnego, dla którego należy określić współczynnik wodoprzepuszczalności. Wysokościowe usytuowanie filtru studni lub otworu hydrogeologicznego powinno odpowiadać warunkom stosowności istniejących wzorów na obliczenie współczynnika wodoprzepuszczalności. Filtr studzienny lub filtr właściwy należy tak umieścić, aby nie obejmował on tej części ośrodka wodonośnego, w której występują lokalnie małe przepuszczalności soczewki lub przewarstwienia, o znaczeniu w stosunku do długości filtru miąższości.

2.3.4. Technologia wykonywania studni lub otworu hydrogeologicznego powinna być tak dobrana, aby nie następowało uszczelnienie strefy przyległej do filtru studni lub otworu hydrogeologicznego.

2.3.5. Lokalizacja studni lub otworu hydrogeologicznego. Studnię lub otwór hydrogeologiczny należy tak zlokalizować w planie, aby wybrane miejsce było reprezentatywne dla ośrodka wodonośnego, którego wodoprzepuszczalność należy określić.

2.4. Otwory obserwacyjne w węźle hydrogeologicznym

2.4.1. **Konstrukcja otworu obserwacyjnego** powinna zapewnić możliwość przeprowadzenia pomiarów głębokości zalegania zwierciadła wody podziemnej oraz wykonywanie innych pomiarów lub badań zaplanowanych w programie pompowania badawczego.

Konstrukcja ta powinna uniemożliwić przedostawanie się do jego wnętrza materiału skalnego w ilości powodującej nadmierne przesłonięcie filtru właściwego otworu obserwacyjnego lub jego uszczelnienie.

2.4.2. **Wysokościowe usytuowanie filtru właściwego otworu obserwacyjnego.** Filtr właściwy otworu obserwacyjnego powinien znajdować się w tej części ośrodka wodonośnego, w której znajduje się filtr właściwy studni lub otworu hydrogeologicznego. Otwór obserwacyjny powinien być tak zagłębiony, aby w czasie pompowania badawczego słup wody wznosił się powyżej dolnej krawędzi filtru właściwego otworu i wynosił co najmniej 1,0 m. Wysokościowe usytuowanie filtrów właściwych otworów obserwacyjnych powinno odpowiadać warunkom stosowalności istniejących wzorów na obliczanie współczynnika wodoprzepuszczalności.

2.4.3. **Wysokościowe usytuowanie filtru studziennego otworu obserwacyjnego.** W przypadku wykorzystywania jako otworów obserwacyjnych istniejących studni wierconych lub kopanych, filtr studzienny takiego otworu obserwacyjnego powinien spełniać warunki podane w 2.4.2 w odniesieniu do filtru właściwego.

2.4.4. **Długość filtru właściwego lub filtru studziennego otworu obserwacyjnego** nie powinna być mniejsza niż 1,0 m.

2.4.5. **Liczba promieni i otworów obserwacyjnych w węźle hydrogeologicznym** powinna być dobierana w zależności od potrzebnej dokładności określenia współczynnika wodoprzepuszczalności, warunków hydrogeologicznych i sposobu zasilania ośrodka wodonośnego. W przypadku konieczności dokładnego określenia współczynnika wodoprzepuszczalności kierować się należy następującymi wskazaniem:

a) dla ośrodków wodonośnych jednorodnych zalegających w przybliżeniu poziomo i znacznym oddaleniu studni lub otworów hydrogeologicznych od cieków związanych z tymi ośrodkami hydraulicznie, stosować należy jeden promień węzła hydrogeologicznego, usytuowany prostopadle do kierunku przepływu wody podziemnej w warunkach naturalnych, tj. niezakłóconych pompowaniem

badawczym oraz co najmniej dwa otwory obserwacyjne na tym promieniu,

b) dla ośrodków jw., lecz przy infiltracyjnym zasilaniu studni lub otworu hydrogeologicznego, stosować należy dwa promienie, jeden prostopadły, a drugi równoległy do brzegu rzeki lub zbiornika, przy czym na każdym z promieni należy umieścić co najmniej dwa otwory obserwacyjne,

c) dla ośrodków wodonośnych niejednorodnych liczbę promieni i otworów obserwacyjnych należy ustalać indywidualnie dla każdego przypadku, kierując się zasadą, aby co najmniej jeden promień był równoległy i co najmniej jeden był prostopadły do kierunku przepływu wody podziemnej w warunkach naturalnych oraz aby na każdym z promieni znajdowały się co najmniej dwa otwory obserwacyjne.

W przypadku gdy wystarcza określenie przybliżonej wartości współczynnika wodoprzepuszczalności można dopuścić stosowanie mniejszej liczby otworów obserwacyjnych lub liczby promieni; przy głębokości otworów obserwacyjnych przekraczającej 30 m należy projektować więcej niż dwa otwory obserwacyjne na jednym promieniu.

2.4.6. **Lokalizacja otworów obserwacyjnych** powinna być przyjmowana według zasad podanych w a)÷c).

a) Odległość pierwszego otworu obserwacyjnego od studni lub otworu hydrogeologicznego zupełnych należy przyjmować równą od 2 m dla skał słabo przepuszczalnych do 10 m dla skał dobrze przepuszczalnych. Dla studni lub otworów hydrogeologicznych niezupełnych należy podane odległości nieco zwiększyć, kierując się przy tym wartością stosunku L/M lub $\frac{L+0,5s}{h-0,5s}$, w celu odsunięcia otworów od strefy silnej deformacji siatki hydrodynamicznej strumienia wód podziemnych.

b) Odległości pozostałych otworów obserwacyjnych od studni lub otworu hydrogeologicznego leżących na jednym promieniu wyznaczać należy z wzoru

$$x_n = x_1 \cdot p^{n-1} \quad (1)$$

Przy swobodnym zwierciadle wody należy przyjmować $p=1,5$, natomiast przy napiętym zwierciadle wody $p=2,5$. Wyliczone z wzoru (1) odległości mogą być korygowane w granicach do 30% w zależności od lokalnych warunków hydrogeologicznych.

c) Odległość najdalszego otworu obserwacyjnego od studni lub otworu hydrogeologicznego nie powinna przekraczać 150 m przy swobodnym zwierciadle wody oraz 1000 m przy napiętym zwierciadle wody.

2.5. Liczba wartości i kolejność depresji w studni lub otworze hydrogeologicznym w czasie pompowania pomiarowego

2.5.1. Liczba depresji w czasie pompowania pomiarowego. Pompowanie pomiarowe powinno być przeprowadzone z zastosowaniem trzech depresji, przy uzyskaniu każdorazowo stanu ustalenia się ruchu. Prowadzenie pompowania pomiarowego przy mniejszej liczbie depresji stosowane może być tylko wyjątkowo i w uzasadnionych przypadkach, gdy wystarcza obliczenie orientacyjnej wartości współczynnika wodoprzepuszczalności oraz gdy wyniki próbnego pompowania nie mają służyć dodatkowo do określenia zależności wydatku studni lub otworu hydrogeologicznego od depresji.

2.5.2. Wartości depresji w czasie pompowania pomiarowego

2.5.2.1. Depresja minimalna. W studniach i otworach hydrogeologicznych bez otworów obserwacyjnych depresja nie powinna być mniejsza od 0,7 m. W studniach i otworach hydrogeologicznych wchodzących w skład węzła hydrogeologicznego depresja nie powinna być mniejsza od 1,0 m; powinna być tak ustalona, aby depresja w najdalej położonym otworze obserwacyjnym miała mierzalną wartość.

2.5.2.2. Depresja maksymalna nie powinna być większa od $0,6 h_0$ przy czym w horyzontach napiętych dynamiczne zwierciadło wody nie powinno opaść poniżej spągu warstwy napinającej. Jeżeli warunki hydrogeologiczne to umożliwiają, zaleca się stosowanie depresji maksymalnych większych od 3,5 m. Wyniki pompowania oczyszczającego mogą być podstawą do dokonania korekty przyjętej zawartości depresji maksymalnej, jeśli nie występuje niebezpieczeństwo przekroczenia dopuszczalnego wydatku studni.

2.5.2.3. Wartości stosowanych depresji. W przypadku prowadzenia pompowania pomiarowego przy dwóch lub więcej depresjach powinny być one rozdzielone równomiernie pod względem wartości. W przypadku prowadzenia pompowania pomiarowego przy jednej depresji należy stosować depresję maksymalną określoną zgodnie z 2.5.2.2.

2.5.3. Kolejność depresji. Pompowanie pomiarowe prowadzić należy kolejno od depresji najmniejszej do największej.

2.6. Czas trwania pompowania pomiarowego

2.6.1. Projektowany czas trwania pompowania pomiarowego prowadzonego przy trzech depresjach przyjmować należy z tabl. 1, uzależniając go od charakterystyki ośrodka wodonośnego.

2.6.2. Projektowany czas trwania pompowania pomiarowego prowadzonego przy dwóch depresjach. W przypadku prowadzenia pompowania przy dwóch depresjach łączny czas pompowania pomiarowego przyjmować należy jako równy 75% czasu podanego w tabl. 1 kol. 4 lub 5.

2.6.3. Projektowany czas trwania pompowania pomiarowego prowadzonego przy jednej depresji przyjmować należy jako równy 50% czasu podanego w tabl. 1 kol. 4 lub 5.

2.6.4. Czas trwania pompowania pomiarowego przy liczbie depresji większej od trzech obliczyć należy z wzoru

$$t_j = \frac{t_3}{3} \cdot j \quad (2)$$

Czas pompowania przy trzech depresjach (t_3) należy przyjmować z tabl. 1.

2.6.5. Czas pompowania pomiarowego ze studni lub otworów hydrogeologicznych zasilanych częściowo z rzeki lub zbiornika wód powierzchniowych przyjmować należy z tabl. 1, stosując współczynnik zwiększający równy $1,2 \div 1,4$. Im większe są wahania stanów wody w rzece lub zbiorniku, tym większe należy stosować wartości współczynnika zwiększającego.

2.6.6. Przedłużenie projektowanego czasu pompowania pomiarowego. Jeżeli ustalanie się ruchu następuje wolniej niż to przewiduje tabl. 1, należy przedłużyć czas pompowania aż do uzyskania stanu ustalenia i utrzymania go zgodnie z 3.3.12.

3. WYKONYWANIE POMPOWAŃ BADAWCZYCH

3.1. Prace przygotowawcze

3.1.1. Numeracja studni, otworów hydrogeologicznych i otworów obserwacyjnych uwidoczniona powinna być na ich korpusie lub obudowie za pomocą cyfr arabskich. Powinna ona być zgodna z podaną w programie próbnego pompowania.

3.1.2. Niwelacja znaków pomiarowych i terenu. Wszystkie znaki pomiarowe na otworach stanowiska badawczego, teren przy tych otworach oraz podziały na łatach wodowskazowych należy zanivelować oraz sporządzić odpowiedni szkic mierniczy. Znaki pomiarowe powinny być naniesione w sposób trwały. W sąsiedztwie stanowiska badawczego należy umieścić reper pomiarowy.

3.2. Pompowanie oczyszczające

3.2.1. Rozpoczęcie pompowania oczyszczającego stanowi pierwszy pomiar zwierciadła statycznego, który powinien być przeprowadzony we wszystkich otworach stanowiska badawczego tuż przed

rozpoczęciem pompowania oczyszczającego. Za wynik pomiaru zwierciadła statycznego podaje się średnią arytmetyczną trzech pomiarów, wykonywanych bezpośrednio jeden po drugim.

3.2.2. Przebieg pompowania oczyszczającego.

Jeżeli ośrodek wodonośny jest zbudowany ze skał sypkich, to depresja powinna być stopniowo zwiększana, aż do osiągnięcia wartości odpowiadającej w przybliżeniu depresji maksymalnej przewidywanej w czasie pompowania pomiarowego.

Jeżeli ośrodek wodonośny jest zbudowany ze skał spękanych, to należy rozpocząć pompowanie oczyszczające od depresji maksymalnej przewidywanej w czasie pompowania pomiarowego, a następnie zmniejszać je stopniowo, po czym powrócić do depresji maksymalnej.

W czasie pompowania oczyszczającego w studni lub otworze hydrogeologicznym należy prowadzić pomiary wydatku i depresji oraz obserwacje czystości wody wg 3.2.3. Częstotliwość tych pomiarów należy ustalać indywidualnie, stosownie do przebiegu pompowania.

3.2.3. Zakończenie pompowania oczyszczającego.

Pompowanie oczyszczające można zakończyć, jeżeli w czasie maksymalnej depresji obserwuje się przez 8 h czerpanie czystej wody.

Wodę uważa się za czystą, gdy nalana do czystego naczynia nie wykazuje osadu ani zawiesiny.

Po zakończeniu pompowania oczyszczającego należy przeprowadzić pomiar zwierciadła statycznego, a następnie pomiar wysokości osadu nagromadzonego w studni lub otworze hydrogeologicznym i otworach obserwacyjnych. W razie potrzeby należy studnię, otwór hydrogeologiczny lub otwory obserwacyjne wyszlamować.

3.2.4. Przedłużenie pompowania oczyszczającego. Jeżeli nie jest możliwe spełnienie warunku 3.2.3 dotyczącego czystości wody, pompowanie oczyszczające należy kontynuować przy zmniejszonej wydajności aż do oczyszczenia wody.

3.2.5. Powtórzenie pompowania oczyszczającego. Jeśli stwierdzony zgodnie z 3.2.3 osad zakrywa część filtra studziennego, filtra właściwego lub otworu hydrogeologicznego, pompowanie oczyszczające należy po usunięciu osadu powtórzyć, zmniejszając jego intensywność.

3.2.6. Korekta programu próbnego pompowania. Wyniki pompowania oczyszczającego mogą stanowić podstawę do wprowadzenia korekty w programie pompowania badawczego.

3.3. Pompowanie pomiarowe

3.3.1. Rozpoczęcie pompowania pomiarowego należy poprzedzić pomiarem zwierciadła statycz-

nego we wszystkich otworach stanowiska badawczego.

3.3.2. Pomiar depresji. Pomiary depresji należy wykonywać za pomocą pomiarów jednokrotnych.

3.3.3. Częstotliwość pomiarów depresji w studni lub otworze hydrogeologicznym. W czasie pompowania pomiarowego cztery pierwsze pomiary należy prowadzić co 15 min, dwa następne co 30 min, a dalsze co 2 h. Jeżeli pompowanie badawcze ma umożliwić dodatkowo obliczanie współczynnika wodoprzepuszczalności metodami odnoszącymi się do ruchu nieustalonego, to częstotliwość pierwszych pomiarów depresji powinna być dobrana do wymagań stosowanej metody obliczeń.

3.3.4. Częstotliwość pomiarów depresji w otworach obserwacyjnych i piezometrze studziennym należy przyjmować dla pompowania pomiarowego analogiczną jak dla studni lub otworu hydrogeologicznego zgodnie z 3.3.3.

3.3.5. Jednoczesność pomiarów depresji. Pomiary depresji w studni lub otworze hydrogeologicznym, piezometrze studziennym oraz otworach obserwacyjnych w czasie pompowania pomiarowego powinny być prowadzone jednocześnie lub w niewielkim odstępie czasu potrzebnym na obejście otworów. Przesunięcie czasowe między pomiarem w studni lub otworze hydrogeologicznym i odpowiadającym mu ostatnim pomiarem czasu między dwoma pomiarami w studni.

3.3.6. Depresja ustalona. Depresję należy uważać za ustaloną, jeśli w ciągu 12 h amplituda wahań dynamicznego poziomu zwierciadła wody podziemnej w studni lub otworze hydrogeologicznym nie przekracza wartości $\Delta b = 0,05 + 0,005 \cdot b$, a w otworach obserwacyjnych nie przekracza wartości $\Delta b = 0,03 + 0,002 \cdot b$.

3.3.7. Pomiary wydatku studni lub otworu hydrotechnicznego należy prowadzić za pomocą pomiarów jednokrotnych.

3.3.8. Częstotliwość pomiarów wydatku powinna być taka sama jak pomiarów depresji. Przesunięcie w czasie między pomiarem depresji w studni lub otworze hydrogeologicznym i pomiarem wydatku nie powinno przekraczać 3 min, gdy pompowanie odbywa się w warunkach ruchu ustalonego.

3.3.9. Wydatek ustalony. Wydatek należy uważać za ustalony, jeżeli w ciągu 12 h pompowania pomiarowego waha się on nie więcej jak o 10% od wartości średniej dla tego okresu czasu, jeśli przy tym nie obserwuje się systematycznego spadku lub wzrostu wydatku.

3.3.10. Godziny pomiaru temperatury wody i powietrza. Pomiary temperatury wody i powietrza należy prowadzić w godzinach 7⁰⁰, 13⁰⁰ i 19⁰⁰.

3.3.11. Pomiary inne niż depresji, wydatku i temperatury prowadzić należy z częstotliwością i dokładnością zależną od ich celu i ustaloną w programie pompowania badawczego.

3.3.12. Czas trwania pompowania pomiarowego w warunkach ruchu ustalonego wynosi 12 h dla każdej depresji.

3.3.13. Przerwy w czasie pompowania pomiarowego. Przerwa w pompowaniu pomiarowym nie powinna trwać dłużej niż 1 h, a suma przerw krótszych niż 1 h dla każdej depresji nie powinna stanowić więcej jak 5% czasu pompowania na danej depresji. Jeżeli warunki te nie są spełnione, pompowanie przy danej depresji należy powtórzyć.

3.4. Wznios zwierciadła wody

3.4.1. Rozpoczęcie obserwacji wzniosu zwierciadła wody. Obserwację wzniosu zwierciadła wody należy rozpocząć w momencie zakończenia pompowania pomiarowego.

3.4.2. Częstotliwość pomiaru depresji w czasie wzniosu zwierciadła wody. W czasie wzniosu zwierciadła wody w studni lub otworze hydrogeologicznym, przez pierwsze 10 min pomiary depresji powinny być wykonywane z maksymalną możliwą do uzyskania częstotliwością, a następnie należy wykonywać je po 15, 20, 30 i 60 min, licząc od czasu zaprzestania pompowania, aż do osiągnięcia częstotliwości odpowiadającej odczytem depresji w czasie pompowania pomiarowego.

Obserwacje wzniosu wody w otworach obserwacyjnych należy prowadzić po 15, 30 i 60 min, licząc od czasu zaprzestania pompowania, aż do osiągnięcia częstotliwości odpowiadającej odczytom depresji w czasie pompowania pomiarowego.

3.4.3. Zakończenie obserwacji wzniosu zwierciadła wody. Po stwierdzeniu, że wznios zwierciadła wody zakończył się, należy wykonać pomiar zwierciadła statycznego we wszystkich otworach stanowiska badawczego.

3.5. Zakończenie badań terenowych. Decyzję o zakończeniu pompowania badawczego podejmuje osoba nadzorująca badania po stwierdzeniu, że otrzymane dane umożliwiają wykonanie zadania, a w szczególności obliczenie współczynnika wodoprzepuszczalności.

3.6. Nadzór nad próbnym pompowaniem. Przebieg przygotowań do pompowania badawczego i pompowanie badawcze powinny być nadzorowane. Do obowiązków nadzoru należy czuwanie nad zgodnością badań z programem pompowania badawczego oraz podejmowanie decyzji w sprawie uzasadnionych odstępstw od tego programu.

4. SPRZĘT DO PROWADZENIA PRÓBNYCH POMPOWAŃ

4.1. Przyrządy do pomiarów głębokości położenia zwierciadła wody podziemnej

4.1.1. Rodzaje przyrządów pomiarowych. Do pomiaru głębokości położenia zwierciadła wody podziemnej używać należy głębokościomierzy hydrogeologicznych zgodnie z PN-63/G-53015.

Dopuszcza się stosowanie przyrządów pomiarowych stacjonarnych zabudowanych w studni lub otworze hydrogeologicznym albo otworach obserwacyjnych oraz przyrządów przenośnych, każdorazowo zapuszczanych do studni, otworów hydrogeologicznych lub otworów obserwacyjnych.

Jeżeli program pompowania badawczego przewiduje ciągłe rejestrowanie depresji ze względu na konieczność wykorzystania wyników badań do innych obliczeń niż określenie współczynnika wodoprzepuszczalności w warunkach ruchu ustalonego, należy stosować przyrządy do pomiarów ciągłych. Przyrządy te należy co najmniej raz na dobę oraz co najmniej 2 razy dla każdej depresji ustalonej skontrolować za pomocą innego głębokościomierza.

4.1.2. Błędy wskazań głębokościomierzy nie powinny przekraczać wartości podanych w PN-63/G-53015.

4.2. Przyrządy do pomiaru wydatku

4.2.1. Rodzaje przyrządów pomiarowych. Do pomiaru wydatku należy używać skrzynie przelewowe wg PN-61/G-53070. Przy bardzo małych wydatkach, nie przekraczających $0,001 \text{ m}^3/\text{s}$, dopuszcza się stosowanie naczynia cechowanego mającego taką pojemność, aby czas jego wypełniania nie był krótszy niż 30 s przy pomiarze stoperem i 60 m przy pomiarze zegarkiem z dużą wskazówką sekundomierza. Inne urządzenia pomiarowe stosować należy tylko w przypadku niemożliwości zastosowania skrzyń przelewowych lub naczyń cechowanych.

4.2.2. Błędy pomiarów wydatku nie powinny przekraczać wartości 5% ilości wody pompowanej w jednostce czasu.

4.3. Sprzęt do pompowania wody

4.3.1. Sprzęt do pompowania wody w czasie pompowania oczyszczającego powinien być przystosowany do czerpania wody z zawiesiną.

4.3.2. Sprzęt do pompowania wody w czasie pompowania pomiarowego. Typ pompy należy dobrać w zależności od przewidywanych wydatków, głębokości położenia zwierciadła statycznego, przewidywanych depresji, potrzebnej wysokości pompowania, średnicy i konstrukcji studni oraz spodziewanej jakości wody.

4.4. Przyrządy do pomiarów temperatury

4.4.1. **Pomiary temperatury wody** przeprowadzać należy za pomocą termometrów czerpakowych lub wyjątkowo termometrów zwykłych. Pomiar temperatury za pomocą termometrów zwykłych wykonywać należy tuż przy wylocie wody z rurociągu tłoczego, którego długość gwarantować powinna utrzymanie temperatury jak w studni lub otworze hydrogeologicznym. Błędy pomiarów temperatury wody nie powinny przekraczać 1°C.

4.4.2. **Pomiary temperatury powietrza** prowadzić należy za pomocą termometrów dowolnego typu z podziałką wyskalowaną co najmniej co 1°C.

4.5. **Urządzenia do przesyłu wody.** Rurociąg, którym odprowadza się wodę ze studni lub otworu hydrogeologicznego do urządzenia służącego do pomiaru wydatku powinien być szczelny i mieć zabezpieczenie przed nagłym powrotem do studni zgromadzonej w nim wody. Z urządzenia do pomiaru wydatku wodę należy odprowadzać za pomocą szczelnego otwartego koryta lub rurociągu, na odległość uniemożliwiającą wypaczanie wyników pompowania badawczego wskutek ponownego wsiąkania wody.

5. DOKUMENTACJA POMPOWANIA BADAWCZEGO

5.1. **Program pompowania badawczego.** Przed rozpoczęciem pompowania badawczego sporządzić należy jego program, którego realizacja powinna zapewnić przeprowadzenie badania w sposób odpowiadający jego celowi. Program ten należy opracować na podstawie danych zawartych w rozdz. 2, przy uwzględnieniu celu badań, budowy geologicznej, warunków hydrogeologicznych, hydrologicznych i geologiczno-inżynierskich. W programie pompowania badawczego należy podać warunki techniczne dotyczące studni lub otworu hydrogeologicznego, piezometru studziennego, otworów obserwacyjnych, sprzętu do czerpania i przesyłu wody oraz przyrządów pomiarowych. Program pompowania badawczego powinien zawierać:

a) opis celu zamierzonych badań i krótką charakterystykę warunków hydrogeologicznych, zbiór ważniejszych informacji dotyczących za-

gadnień formalnych, krótki opis zamierzenia inwestycyjnego, dla którego prowadzone jest pompowanie badawcze,

b) schemat konstrukcji studni lub otworu hydrogeologicznego i otworów obserwacyjnych oraz ich usytuowanie, szkice rozwiązań technicznych,

c) wyszczególnienie prac terenowych poprzedzających rozpoczęcie pompowania badawczego,

d) określenie częstotliwości pomiarów, liczby i wartości depresji oraz czasu trwania pompowania pomiarowego,

e) określenie rodzaju i częstotliwości badań dodatkowych nie ujętych w normie (badania meteorologiczne, geofizyczne itp.), w przypadku konieczności ich prowadzenia,

f) wskazanie sposobu i miejsca odprowadzenia wody ze studni lub otworu hydrogeologicznego,

g) zestawienie sprzętu niezbędnego dla przeprowadzenia pompowania badawczego,

h) informację o sposobie dokumentowania obserwacji i przechowywania dziennika badań,

i) informacje o sposobie ewentualnej likwidacji stanowiska badawczego.

5.2. Dokumentacja wyników badań

5.2.1. **Notowanie wyników pompowania badawczego.** Przebieg pompowania badawczego należy zapisywać bieżąco w dzienniku pompowania badawczego. Dziennik ten jest dokumentem z przeprowadzonych badań i stanowi podstawę do dokonania obliczeń współczynnika wodoprzepuszczalności.

5.2.2. **Prowadzenie zapisów w dzienniku pompowania badawczego** należy poprzedzić opisem jego nagłówka oraz wykonaniem szkiców sytuacyjnych i rysunków technicznych, powykonawczych, dokumentujących stanowisko badawcze. Notowania, szkice i rysunki powinny być podpisane przez sporządzającego i nadzorującego. Wzór dziennika pompowania badawczego dołączono do niniejszej normy. Składa się on ze wzoru strony tytułowej (załącznik 1) i formularzy, w których notować należy obserwacje dokonywane w czasie pompowania badawczego (załącznik 2).

5.2.3. **Przechowywanie wyników pompowania badawczego.** Dziennik pompowania badawczego należy przechowywać w archiwum przedsiębiorstwa, które prowadziło badania terenowe.

KONIEC

WZÓR STRONICY TYTUŁOWEJ DZIENNIKA PRÓBNEGO POMPOWANIA

.....
 (Pieczęć Przedsiębiorstwa)

DZIENNIK PRÓBNEGO POMPOWANIA

Nr zlecenia Inwestor

Nr studni lub otworu hydrogeologicznego rzędna znaku pomiarowego
 studni lub otworu hydrogeologicznego, rzędna terenu przy studni
 lub otworze hydrogeologicznym, rzędna reperu pomiarowego
, typ pompy rodzaj urządzenia do pomia-
 ru wydatku numer tego urządzenia wg rejestru wykonawcy próbnego
 pompowania inne informacje

Otworki obserwacyjne:

Nr otworu obserwacyjnego	Rzędna znaku pomiarowego na otworze obserwacyjnym	Rzędna terenu przy otworze obserwacyjnym	Nr otworu obserwacyjnego	Rzędna znaku pomiarowego na otworze obserwacyjnym	Rzędna terenu przy otworze obserwacyjnym
1	2	3	1	2	3

Data rozpoczęcia pompowania

Data zakończenia pompowania

Szkic sytuacyjny

WZÓR FORMULARZA POMPOWANIA BADAWCZEGO

(Pieczęć Przedsiębiorstwa)

Lp.	Data	Godz	Głębokość do zwierciadła wody w studni lub otworze hydrogeologicznym mierzona od znaku pomiarowego, m	Depresja w studni lub otworze hydrogeologicznym m	Wydatek studni lub otworu hydrogeologicznego Q		Temperatura, °C		Klarowność wody pompowanej ze studni lub otworu hydrogeologicznego 2)	Głębokość do zwierciadła wody w otworach obserwacyjnych mierzona od znaku pomiarowego, m								Pomiary dodatkowe	Uwagi
					wysokość przelewu, mm	m ³ /h lub l/s 1)	wody	powietrza		nr otworu	nr otworu	nr otworu	nr otworu	nr otworu	nr otworu	nr otworu	nr otworu		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20

1) Niepotrzebne skreślić.
2) Dotyczy pompowania oczyszczającego.

Prowadzący pompowanie

Imię i nazwisko — podpis

Nadzorujący pompowanie

Imię i nazwisko — podpis

INFORMACJE DODATKOWE

1. Instytucja opracowująca normę — Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej.

2. Istotne zmiany w stosunku do BN-68/8950-05

- a) złagodzone niektóre postanowienia normy,
- b) zmieniono niektóre postanowienia normy odpowiednio do aktualnego stanu wiedzy.

3. Normy związane

PN-76/G-01201 Wiertnictwo. Nazwy i określenia

PN-77/G-01300 Hydrogeologia. Podstawowe nazwy i określenia

PN-63/G-53015 Głębokościomierze hydrogeologiczne. Wymagania i badania techniczne

PN-61/G-53070 Sprzęt hydrogeologiczny. Skrzynie przelewowe

4. Autorzy projektu normy — dr inż. Teresa Lubowiecka oraz doc. dr hab. inż. Artur Wiczysty, Politechnika Krakowska.

Projektowany łączny czas trwania pompowań badawczych przy trzech depresjach (łącznie z czasem ustalenia się ruchu)

Lp.	Charakterystyka ośrodka wodonośnego		Łączny czas trwania pompowania badawczego t_3 w dobach	
	rodzaj skał	zwierciadło wody	w studniach i otworach hydrogeologicznych bez otworów obserwacyjnych	w węzłach hydrogeologicznych
1	2	3	4	5
1	Skały silnie spękanne	napięte	3 ÷ 4	3 ÷ 5
		swobodne	3 ÷ 5	4 ÷ 6
2	Skały spękanne	napięte	3 ÷ 5	4 ÷ 6
		swobodne	4 ÷ 6	5 ÷ 7
3	Skały słabo spękanne	napięte	4 ÷ 6	5 ÷ 7
		swobodne	5 ÷ 7	6 ÷ 8
4	Otoczaki i żwiry dobrze przemyte bez większej zawartości piasków	napięte	4 ÷ 5	5 ÷ 8
		swobodne	4 ÷ 7	6 ÷ 10
5	Pospółki, różnoziarniste piaski z domieszką żwiru	napięte	4 ÷ 6	6 ÷ 9
		swobodne	5 ÷ 8	8 ÷ 12
6	Różnoziarniste piaski	napięte	5 ÷ 7	8 ÷ 10
		swobodne	6 ÷ 9	10 ÷ 14
7	Niejednorodne piaski drobne oraz piaski pylaste	napięte	6 ÷ 8	10 ÷ 11
		swobodne	7 ÷ 10	12 ÷ 16