

BUDOWNICTWO SPECJALNE	NORMA BRANŻOWA	BN-75 8950-07
	Budownictwo hydrotechniczne Badania geologiczne i hydrogeologiczne Określenie wodochłonności skał litych	Zamiast BN-70/8950-07
	Warunki techniczne i metody badań	Grupa katalogowa 0770

SPIS TREŚCI

1. WSTĘP

- 1.1. Przedmiot normy
- 1.2. Zakres stosowania normy
- 1.3. Określenia
 - 1.3.1. Otwór badawczy
 - 1.3.2. Pojedynczy otwór badawczy
 - 1.3.3. Strefa badawcza
 - 1.3.4. Badanie wodochłonności
 - 1.3.5. Wodochłonność
 - 1.3.6. Ciśnienie badawcze
 - 1.3.7. Zespół badań wodochłonności
 - 1.3.8. Podstawowe badanie wodochłonności
 - 1.3.9. Przedłużone badanie wodochłonności
 - 1.3.10. Cykl badawczy
 - 1.3.11. Wstępne wtłaczanie
 - 1.3.12. Wodochłonność jednostkowa
 - 1.3.13. Miarodajna wodochłonność jednostkowa
 - 1.3.14. Porównawcza wodochłonność jednostkowa
 - 1.3.15. Iniekcja
 - 1.3.16. Kontrolne badanie wodochłonności
 - 1.3.17. Uszczelka
 - 1.3.18. Prowadzenie prac badawczych strefami zastępczymi
 - 1.3.19. Prowadzenie prac badawczych strefami wstępczymi
- 1.4. Symbole wielkości

2. PROGRAM BADAŃ WODOCHŁONNOŚCI3. WARUNKI DOTYCZĄCE WIERCENIA I KONSTRUKCJI
OTWORU BADAWCZEGO

- 3.1. Wiercenie otworu badawczego
 - 3.1.1. Sposób wiercenia
 - 3.1.2. Nachylenie otworu badawczego
- 3.2. Konstrukcja otworu badawczego
 - 3.2.1. Średnica otworu badawczego
 - 3.2.2. Orurowanie otworu badawczego

4. ZASADY PROWADZENIA PRAC BADAWCZYCH
W OTWORZE BADAWCZYM

- 4.1. Dobór sposobu prowadzenia prac badawczych
- 4.2. Kolejność czynności
- 4.3. Podział otworu badawczego na strefy badawcze

5. SPRZĘT DO BADAŃ WODOCHŁONNOŚCI

- 5.1. Zestaw urządzeń do badań wodochłonności
- 5.2. Zbiornik przejściowy
- 5.3. Urządzenie do wtłaczania wody w strefę badawczą
 - 5.3.1. Pompa do wtłaczania wody
 - 5.3.2. Przewody tłoczny i zwrotny urządzenia do wtłaczania wody
 - 5.3.3. Zbiornik wodno-powietrzny
- 5.4. Uzbrojenie otworu badawczego
 - 5.4.1. Przewody tłoczny i zwrotny uzbrojenia otworu badawczego
 - 5.4.2. Uszczelka
 - 5.4.2.1. Dobór rodzaju uszczelki
 - 5.4.2.2. Elastyczny pierścień uszczelniający
- 5.5. Sprzęt pomiarowy
 - 5.5.1. Sprzęt do pomiaru objętości wtłaczanej wody
 - 5.5.2. Sprzęt do pomiaru ciśnienia
 - 5.5.3. Sprzęt do pomiaru zwierciadła wody podziemnej
 - 5.5.4. Sprzęt do pomiaru temperatury wody

6. PRACE PRZYGOTOWAWCZE PRZED PRZEPROWADZENIEM
ZESPOŁU BADAŃ WODOCHŁONNOŚCI

- 6.1. Zakres prac przygotowawczych
- 6.2. Wstępne wtłaczanie
 - 6.2.1. Wykonywanie wstępnego wtłaczania
 - 6.2.2. Pomiary i obserwacje podczas wstępnego wtłaczania
 - 6.2.3. Brak szczelności izolacji strefy badawczej
 - 6.2.4. Przerwa po wstępnym wtłaczaniu

7. ZESPÓŁ BADAŃ WODOCHŁONNOŚCI

- 7.1. Kolejność prowadzenia badań wodochłonności
- 7.2. Ogólne zasady wykonywania badań wodochłonności

Zgłoszona przez Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej
Ustanowiona przez Ministra Rolnictwa dnia 24 stycznia 1975 r.
jako norma obowiązująca w zakresie czynności określonych normą od dnia 1 października 1975 r.
(Dz. Norm. i Miar nr 9/1975 poz. 31)

7.3. Zasady ustalania ciśnień badawczych**7.3.1. Najmniejsze ciśnienie badawcze****7.3.2. Największe ciśnienie badawcze****7.3.3. Dobór ciśnień badawczych w skałach o dużej wodochłonności****7.4. Badania wodochłonności w cyklach badawczych****7.4.1. Liczba cykli badawczych****7.4.2. Dobór ciśnień badawczych w cyklu badawczym****7.4.3. Czas podstawowego badania wodochłonności****7.5. Przedłużone badanie wodochłonności****7.5.1. Ciśnienie badawcze podczas przedłużonego badania wodochłonności****7.5.2. Czas przedłużonego badania wodochłonności****7.5.3. Stabilizacja wodochłonności w czasie przedłużonego badania wodochłonności****7.6. Woda do badań wodochłonności****7.7. Obserwacje i pomiary podczas wykonywania zespołu badań wodochłonności****7.7.1. Odczyty ciśnienia****7.7.2. Pomiary objętości wtłaczanej wody****7.7.3. Pomiary temperatury wody****7.7.4. Kontrola szczelności izolacji strefy badawczej****7.7.5. Obserwacje i pomiary w otoczeniu otworu badawczego****7.7.6. Pomiary i obserwacje dodatkowe****7.8. Pomiary po wykonaniu zespołu badań wodochłonności****7.9. Zaburzenia przebiegu zespołu badań wodochłonności****8. INIEKCJA I KONTROLNE BADANIE WODOCHŁONNOŚCI****8.1. Iniekcja****8.1.1. Stosowanie iniekcji****8.1.2. Sposób wykonania iniekcji****8.2. Przerwa na stwardnienie zaczynu****8.3. Kontrolne badanie wodochłonności****9. PROWADZENIE BIEŻĄCEJ DOKUMENTACJI BADAŃ****WODOCHŁONNOŚCI****INFORMACJE DODATKOWE****1. Instytucja opracowująca normę****2. Istotne zmiany w stosunku do BN-70/8950-07****3. Normy związane****4. Autorzy projektu normy****5. Przykład wstępnego ustalenia ciśnień badawczych w poszczególnych strefach otworu badawczego****5.1. Dane wyjściowe****5.2. Dobór ciśnień badawczych****6. Zasady postępowania przy najczęściej występujących zaburzeniach przebiegu zespołu badań wodochłonności****1. WSTĘP**

1.1. Przedmiot normy. Przedmiotem normy są warunki techniczne i metody wykonywania badań wodochłonności skał litych, stanowiących podłoże budowli piętrzących i obiektów im towarzyszących oraz występujących w rejonie zbiornika i jego zboczy.

1.2. Zakres stosowania normy. Normę należy stosować do badań wodochłonności, prowadzonych w pojedynczych otworach badawczych dla określenia potrzeby i zakresu uszczelniania podłoża skalnego oraz wstępnego ustalenia technologii prac uszczelniających. Norma nie powinna być stosowana, gdy w badanym masywie skalnym występują zjawiska krasowe oraz gdy badania wodochłonności mogą oddziaływać szkodliwie na warunki geologiczno-inżynierskie lub na sąsiednie obiekty budowlane.

1.3. Określenia

1.3.1. Otwór badawczy - otwór, w którym są wykonywane badania; w rozumieniu normy jest to otwór wiertniczy, w którym są prowadzone badania wodochłonności.

1.3.2. Pojedynczy otwór badawczy - otwór badawczy, dla którego warunki techniczne i sposób wykonania badań są ustalane niezależnie od innych otworów badawczych.

1.3.3. Strefa badawcza - część otworu badawczego wydzielona dla przeprowadzenia prac badawczych, w rozumieniu normy prace badawcze obejmują badania wodochłonności, a w razie potrzeby iniekcje.

1.3.4. Badanie wodochłonności - badanie polowe polegające na wtłaczaniu wody w masyw skalny w otoczeniu strefy badawczej przy określonym ciśnieniu badawczym.

1.3.5. Wodochłonność - właściwość masywu skalnego, charakteryzująca zdolność wchłaniania przez niego wody; w rozumieniu normy wartość uzyskana w wyniku badania wodochłonności lub wstępnego wtłaczania, wyrażona przez ilość wody wtłoczonej w jednostce czasu w masyw skalny w otoczeniu strefy badawczej przy danym ciśnieniu badawczym.

1.3.6. Ciśnienie badawcze - ciśnienie stosowane w czasie badania; w rozumieniu normy jest to nadciśnienie w strefie badawczej podczas badania wodochłonności lub wstępnego wtłaczania, obliczane zgodnie z tabl. 1 i rys. 1 na str. 4.

Schematy obliczeniowe (rys. 1) dotyczą bezpośrednio badań wodochłonności wykonywanych za pomocą uszczelki obiegowej. W przypadku stosowania uszczelki naciskowej (schemat na rys. 2) odczyty ciśnienia są dokonywane jedynie na manometrze M_n umieszczonym na przewodzie tłocznym uzbrojenia otworu badawczego.

1.3.7. Zespół badań wodochłonności - wszystkie badania wodochłonności wykonywane w danej strefie badawczej, w celu określenia wodoprzepuszczalności masywu skalnego w jej otoczeniu.

1.3.8. Podstawowe badanie wodochłonności - badanie wodochłonności, prowadzone w czasie określonym normą dla danych warunków jego wykonywania i niezależnym od kształtowania się wodochłonności w czasie badania.

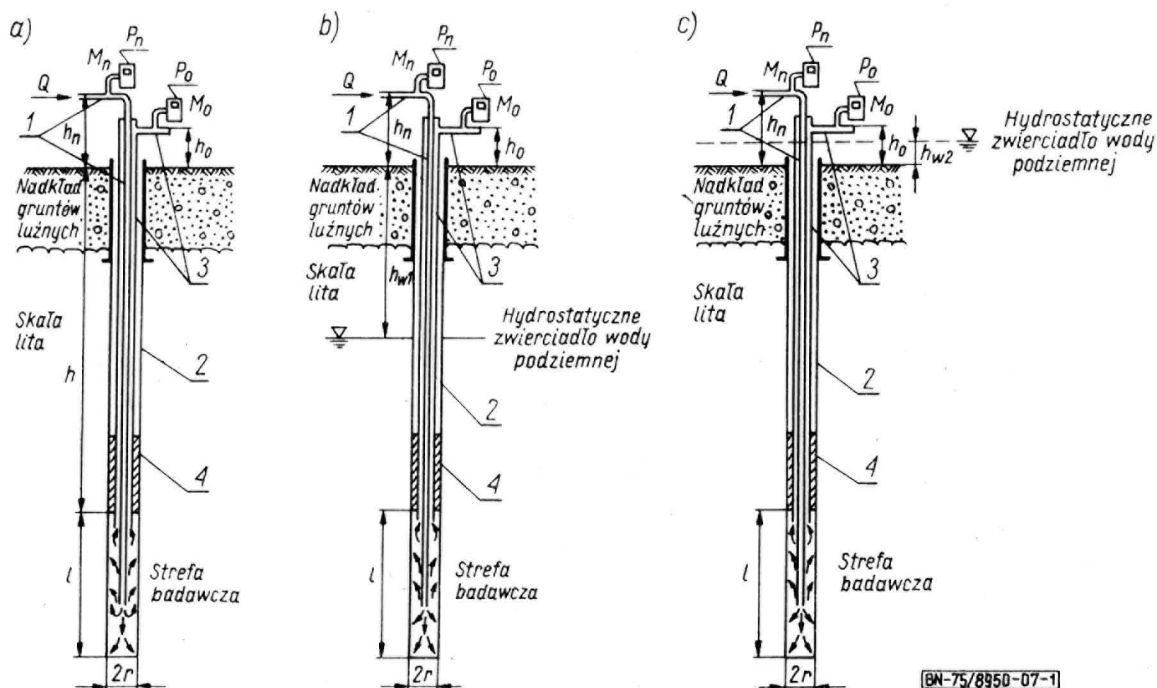
Tablica 1. Obliczanie ciśnienia badawczego

Lp.	Metoda pomiaru ciśnienia	Podstawa obliczenia ciśnienia badawczego	Warunki stosowania sposobu obliczenia			Warunki wykonania badania wodochłonności		Wzory do obliczania ciśnienia badawczego ¹⁾	
			Rodzaj uszczelki	Wartość p_0 at	Wartość p_n at	Nawodnienie ośrodka	Położenie hydrostatycznego zwierciadła wody		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	Pomiar na powierzchni terenu przy zastosowaniu manometrów wskazujących-rejestrujących	Wskazania manometru umieszczonego na przewodzie zwrotnym uzbrojenia otworu badawczego (man. M_0 ; rys. 1)	obiegowa	$p_0 \geq 0,2$	niezależnie od p_n	ośrodek nie-nawodniony	-	$p = p_0 + 0,1(h + 0,5l + h_0) \gamma_w$	
						ośrodek nawodniony	poniżej poziomu terenu	$p = p_0 + 0,1(h_{w1} + h_0) \gamma_w$	
							powyżej poziomu terenu	$p = p_0 + 0,1(h_0 - h_{w2}) \gamma_w$	
		Wskazania manometru umieszczonego na przewodzie tłocznym uzbrojenia otworu badawczego (manometr M_n na rys. 1)	obiegowa	$p_0 < 0,2$	$p_n \geq 0,2$	ośrodek nie-nawodniony	-	$p = p_n + 0,1(h + 0,5l + h_n) \gamma_w - \Delta p^2$	
						ośrodek nawodniony	poniżej poziomu terenu	$p = p_n + 0,1(h_{w1} + h_n) \gamma_w - \Delta p^2$	
				powyżej poziomu terenu			$p = p_n + 0,1(h_n - h_{w2}) \gamma_w - \Delta p^2$		
		Przybliżone wzory obliczeniowe	obiegowa lub naciskowa	-		$p_n < 0,2$	ośrodek nie-nawodniony	-	$p \approx 0,1(h + 0,5l + h_n) \gamma_w^3$
							ośrodek nawodniony	poniżej poziomu terenu	$p \approx 0,1(h_{w1} + h_n) \gamma_w^3$
	powyżej poziomu terenu				$p \approx 0,1(h_n - h_{w2}) \gamma_w^3$				
2	Pomiar w obrębie strefy badawczej	Wskazania przyrządów pomiarowych służących do pomiaru ciśnienia w obrębie strefy badawczej	obiegowa lub naciskowa	-		ośrodek nie-nawodniony	-	$p = p_s$	
						ośrodek nawodniony	poniżej poziomu terenu	$p = p_s - 0,1(h + 0,5l - h_{w1}) \gamma_w$	
								powyżej poziomu terenu	$p = p_s - 0,1(h + 0,5l + h_{w2}) \gamma_w$

¹⁾ W przypadku wykonywania badań wodochłonności w otworze ukośnym oraz pomiaru wartości h , h_{w1} i l wzdłuż osi otworu, należy przy obliczaniu ciśnienia badawczego wartości te skorygować, uwzględniając kąt nachylenia otworu badawczego.

²⁾ Straty ciśnienia na długości przewodu tłocznego uzbrojenia otworu badawczego Δp , należy obliczać wg PN-76/M-34034.

³⁾ Wzory przybliżone, służące do obliczenia największej wartości ciśnienia badawczego, jaka może wystąpić w danym przypadku, wykorzystywanej do orientacyjnego określenia wodochłonności jednostkowej.



Rys. 1. Schematy do obliczeń ciśnienia badawczego: a) w ośrodku nienawodnionym, b) w ośrodku nawodnionym przy hydrostatycznym zwierciadle wody podziemnej poniżej poziomu terenu, c) w ośrodku nawodnionym przy hydrostatycznym zwierciadle wody podziemnej powyżej poziomu terenu;

1 - przewód tłoczny uzbrojenia otworu badawczego, 2 - ściany otworu badawczego, 3 - przewód zwrotny uzbrojenia otworu badawczego, 4 - uszczelka obiegowa; M_0 i M_n - manometry wskazująco-rejestrujące.

1.3.9. Przedłużone badanie wodochłonności - badanie wodochłonności, prowadzone w czasie dłuższym od czasu podstawowego badania wodochłonności i zależnym od kształtowania się wyników w czasie badania.

1.3.10. Cykl badawczy - szereg badań wodochłonności, prowadzonych przy ciśnieniach badawczych kolejno rosnących (pierwsza część cyklu badawczego), a następnie analogicznych lub zbliżonych ciśnieniach badawczych kolejno malejących (druga część cyklu badawczego).

1.3.11. Wstępne wtłaczanie - krótkotrwałe wtłaczanie wody w masyw skalny w otoczeniu strefy badawczej, bezpośrednio poprzedzające wykonanie w niej badań wodochłonności, przeprowadzane dla sprawdzenia szczelności jej odizolowania, ostatecznej kontroli sprzętu i aparatury pomiarowej oraz ewentualnej korekty programu badań wodochłonności w tej strefie w zależności od stwierdzonej wodochłonności jednostkowej.

1.3.12. Wodochłonność jednostkowa - wodochłonność w l/min odniesiona do 1 m długości danej strefy badawczej i ciśnienia badawczego 0,1 at.

1.3.13. Miarodajna wodochłonność jednostkowa - wodochłonność jednostkowa obliczana na podstawie średniej wartości wodochłonności w okresie ostatnich 10 min badania wodochłonności.

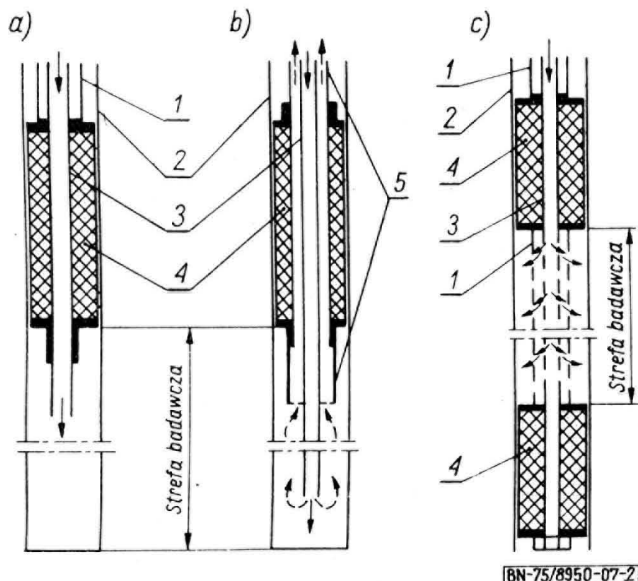
1.3.14. Porównawcza wodochłonność jednostkowa - miarodajna wodochłonność jednostkowa, stanowiąca względny miernik wodoprzepuszczalności skały, o-

kreślona w wyniku badania wodochłonności przeprowadzonego przy ciśnieniu badawczym 2 at; w przypadku gdy uzyskanie ciśnienia badawczego 2 at jest niemożliwe, należy przyjmować jako porównawczą wartość wodochłonności jednostkowej ustaloną przy innym ciśnieniu badawczym, możliwie jak najbliższym 2 at.

1.3.15. Iniekcja - zabieg techniczny, polegający na wtłaczaniu w dany ośrodek roztworów, emulsji lub zaczynów substancji wiążących lub wypełniających, w celu poprawy jego własności; w rozumieniu normy jest to jednorazowy proces wtłaczania zaczynu w bezpośrednio przyległą do strefy badawczej partię masywu skalnego, wykonywany dla umożliwienia prawidłowego przeprowadzenia badań wodochłonności w następnych strefach badawczych.

1.3.16. Kontrolne badanie wodochłonności - badanie wodochłonności, wykonywane po przeprowadzeniu iniekcji w danej strefie badawczej i przewierceniu korka ze stwardniałego zaczynu, w celu sprawdzenia stopnia uszczelnienia masywu skalnego w bezpośrednim otoczeniu tej strefy.

1.3.17. Uszczelka - w rozumieniu normy urządzenie zakładane w otworze badawczym w celu szczelnego odizolowania strefy badawczej od pozostałej części otworu; w zależności od konstrukcji i sposobu oddzielenia strefy badawczej wyróżnia się uszczelki pojedyncze i podwójne oraz obiegowe i naciskowe (schematy poszczególnych rodzajów uszczelki podano na rys. 2).



BN-75/8950-07-2

Rys. 2. Schematy rodzajów uszczelki: a) uszczelki pojedynczej naciskowej, b) uszczelki pojedynczej obiegowej, c) uszczelki podwójnej naciskowej

1 - przewód zewnętrzny, 2 - ściany otworu badawczego, 3 - przewód tłoczny uzbrojenia otworu badawczego, 4 - elastyczny pierścień uszczelniający, 5 - przewód zwrotny uzbrojenia otworu badawczego.

1.3.18. Prowadzenie prac badawczych strefami zstępującymi - sposób prowadzenia prac badawczych w otworze badawczym, polegający na wykonywaniu ich równolegle z postępem wiercenia otworu, kolejno w coraz niżej położonych strefach badawczych.

1.3.19. Prowadzenie prac badawczych strefami wstępującymi - sposób prowadzenia prac badawczych w otworze badawczym, polegający na wykonywaniu ich sukcesywnie w coraz wyżej położonych strefach badawczych.

1.4. Symbole wielkości - wg tabl. 2.

Tablica 2. Symbole wielkości i jednostki miar

Symbole	Wielkości	Jednostki miar	
		stosowane w normie	wg SI
1	2	3	4
h	głębokość położenia stropu strefy badawczej poniżej poziomu terenu	m	m
h_0	wysokość zainstalowania manometru wskazująco-rejestrującego, umieszczonego na przewodzie zwrotnym uzbrojenia otworu badawczego, ponad poziomem terenu	m	m
h_n	wysokość zainstalowania manometru wskazująco-rejestrującego, umieszczonego na przewodzie tłocznym uzbrojenia otworu badawczego, ponad poziomem terenu	m	m

cd. tabl. 2

Symbole	Wielkości	Jednostki miar	
		stosowane w normie	wg SI
1	2	3	4
h_{w1}	głębokość występowania hydrostatycznego zwierciadła wody podziemnej w otworze badawczym poniżej poziomu terenu	m	m
h_{w2}	wysokość położenia hydrostatycznego zwierciadła wody podziemnej ponad poziomem terenu	m	m
l	długość strefy badawczej	m	m
γ_w	ciężar właściwy wody użytej do badania wodochłonności	10^3 kg/m^3	N/m^3
γ	średni ciężar objętościowy gruntów występujących powyżej stropu strefy badawczej	10^3 kg/m^3	N/m^3
p	ciśnienie badawcze	at	N/m^2
p_0	ciśnienie wskazywane, podczas badania wodochłonności lub wstępnego wtłaczania, przez manometr wskazująco-rejestrujący, umieszczony na przewodzie zwrotnym uzbrojenia otworu badawczego	at	N/m^2
p_n	ciśnienie wskazywane, podczas badania wodochłonności lub wstępnego wtłaczania, przez manometr wskazująco-rejestrujący, umieszczony na przewodzie tłocznym uzbrojenia otworu badawczego	at	N/m^2
p_s	ciśnienie wskazywane, podczas badania wodochłonności lub wstępnego wtłaczania, przez przyrządy pomiarowe, służące do pomiaru ciśnienia w obrębie strefy badawczej	at	N/m^2
Δp	straty ciśnienia na długości przewodu tłocznego uzbrojenia otworu badawczego	at	N/m^2
Q	wodochłonność	l/min	m^3/s
Q_n, Q_{n-1}	średnie wodochłonności w dwóch kolejnych 10-minutowych odcinkach czasu wykonywania badania wodochłonności	l/min	m^3/s
q^1	wodochłonność jednostkowa	$1/(\text{min} \cdot \text{m} \cdot 0,1 \text{ at})$	$\text{m}^4/(\text{N} \cdot \text{s})$
q_m	miarodajna wodochłonność jednostkowa	$1/(\text{min} \cdot \text{m} \cdot 0,1 \text{ at})$	$\text{m}^4/(\text{N} \cdot \text{s})$
q_p	porównawcza wodochłonność jednostkowa	$1/(\text{min} \cdot \text{m} \cdot 0,1 \text{ at})$	$\text{m}^4/(\text{N} \cdot \text{s})$

¹⁾ Dla jednostek stosowanych w normie $q = \frac{0,1 Q}{p \cdot l}$

2. PROGRAM BADAŃ WODOCHŁONNOŚCI

Program badań wodochłonności należy opracować dla każdego otworu lub grupy otworów badawczych, wykonywanych w zbliżonych warunkach, na podstawie danych z dotychczasowego rozpoznania warunków geologiczno-inżynierskich w rejonie badań. Należy w nim wstępnie określić:

- a) głębokość otworu badawczego, jego konstrukcję oraz kąt i kierunek nachylenia,
- b) część otworu badawczego, w której należy przeprowadzić prace badawcze i jej podział na strefy badawcze,
- c) sposób prowadzenia prac badawczych, w powiązaniu z pracami wiertniczymi,
- d) wartości ciśnień badawczych w poszczególnych strefach badawczych,
- e) sprzęt do wykonywania badań wodochłonności, a w szczególności rodzaj uszczelki i rodzaj oraz charakterystykę przyrządów do pomiaru ciśnienia i objętości wtłaczanej wody,
- f) w razie potrzeby zakres i sposób wykonania dodatkowych pomiarów i obserwacji zgodnie z 7.7.6.

3. WARUNKI DOTYCZĄCE WIERCENIA I KONSTRUKCJI OTWORU BADAWCZEGO

3.1. Wiercenie otworu badawczego

3.1.1. Sposób wiercenia. Otwór badawczy, w części przewidzianej do wykonywania badań wodochłonności, powinien być wiercony sposobem obrotowym z rdzeniowaniem, przy użyciu jako płuczki wiertniczej wody bez zawiesin mechanicznych.

3.1.2. Nachylenie otworu badawczego. Otwór badawczy może być wykonywany jako pionowy lub ukośny. Kąt i kierunek nachylenia otworu badawczego należy ustalić w dostosowaniu do:

- a) budowy geologicznej, a w szczególności orientacji przestrzennej i gęstości spękań oraz powierzchni podzielności,
- b) celu i warunków prowadzenia badań.

3.2. Konstrukcja otworu badawczego

3.2.1. Średnica otworu badawczego. Otwór badawczy, w części przewidzianej do wykonywania badań wodochłonności, powinien być wykonywany koronkami rdzeniowymi o średnicy mniejszej od 160 mm. Zaleca się stosowanie koronek o średnicy mieszczącej się w granicach 86 - 112 mm we wszystkich przypadkach, gdy jest to możliwe, z uwagi na warunki realizacji prac badawczych i wiertniczych. Zastosowanie koronek rdzeniowych o średnicy mniejszej od 86 mm dopuszcza się wyjątkowo, gdy użycie koronek o większej średnicy jest niemożliwe na skutek osadzenia w otworze badawczym dodatkowej kolumny rur okładzinowych zgodnie z 3.2.2.

3.2.2. Orurowanie otworu badawczego. W każdym otworze badawczym, na głębokości stropu pierwszej strefy badawczej, nie mniej jednak niż 2,0 m pod

stropem skały litej, należy osadzić prowadnikową kolumnę rur.

Rurowanie otworu badawczego dalszymi kolumnami rur okładzinowych powinno być stosowane jedynie w przypadkach, gdy występują trudności w wykonywaniu prac wiertniczych i badawczych, które nie mogą być wyeliminowane przy pomocy iniekcji lub, gdy jest to niezbędne dla rozpoznania warunków geologiczno-inżynierskich. Decyzja o rurowaniu, nie przewidzianym w projekcie badań, powinna być każdorazowo podjęta na podstawie indywidualnej analizy zaistniałych zjawisk i dotychczasowych wyników badań wodochłonności, przy uwzględnieniu innych sposobów postępowania zgodnie z rys. 3. Przed rurowaniem otworu badawczego należy wykonać prace badawcze w części otworu, leżącej ponad przewidzianą głębokością osadzenia kolumny rur.

Każda kolumna rur okładzinowych powinna być osadzona szczelnie przez cementowanie lub ilowanie.

4. ZASADY PROWADZENIA PRAC BADAWCZYCH W OTWORZE BADAWCZYM

4.1. Dobór sposobu prowadzenia prac badawczych

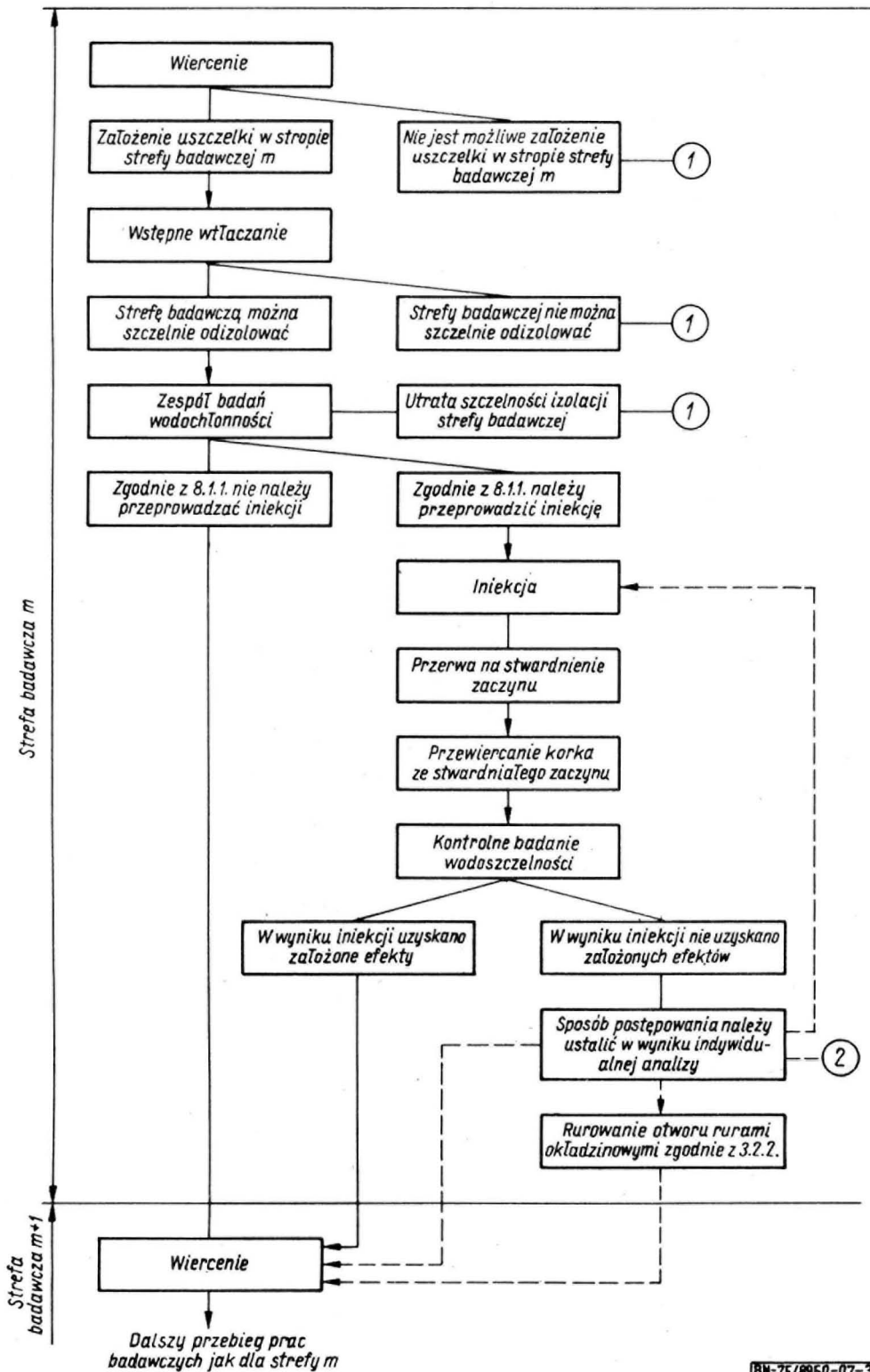
Prace badawcze należy prowadzić strefami zstępującymi. Prowadzenie prac badawczych strefami wstępującymi dopuszcza się wyjątkowo, gdy:

- a) nie występują przeszkody w wykonywaniu badań i prac wiertniczych, a w szczególności osypywanie się okruszków skalnych ze ścian otworu badawczego i trudności w szczelnym odizolowaniu poszczególnych stref badawczych,
- b) warunki geologiczno-inżynierskie nie wskazują na możliwość zniekształcenia wyników badań wodochłonności, przy zastosowaniu tego sposobu prowadzenia prac badawczych;
- c) gdy są to badania kontrolne lub dodatkowe.

4.2. Kolejność czynności przy prowadzeniu prac badawczych strefami zstępującymi powinna być zgodna z przedstawioną na rys. 3. Odstępstwa od podanej kolejności czynności, a zwłaszcza rezygnację z wykonania zespołu badań wodochłonności w określonej strefie badawczej, dopuszcza się wyjątkowo w przypadku, gdy intensywne osypywanie się okruszków skalnych ze ścian otworu badawczego uniemożliwia opuszczenie do niego i założenie uszczelki.

Przy prowadzeniu prac badawczych strefami wstępującymi kolejność czynności należy ustalać indywidualnie, w dostosowaniu do celu i warunków przeprowadzenia badań oraz rodzaju uszczelki.

4.3. Podział otworu badawczego na strefy badawcze. Badania wodochłonności należy prowadzić w strefach badawczych o długości $2 \div 5$ m, dobranych tak, aby obejmowały one skały o zbliżonych charakterystykach. Strefy badawcze o długości $2 \div 3$ m powinny być stosowane w stropowej partii podłoża skalnego, w obrębie strefy skał silnie zwietrzałych oraz w przypadku dużej wodochłonności skały (w przybliżeniu dla $q_p \geq 0,5 \text{ l/(min} \cdot \text{m} \cdot 0,1 \text{ at)}$).



Rys. 3. Kolejność czynności przy prowadzeniu prac badawczych strefami zstępującymi

1 - wykonanie prac badawczych w strefie badawczej o długości większej od strefy badawczej m, przy zachowaniu dotychczasowej kolejności czynności, we wszystkich przypadkach, gdy jest to możliwe ze względu na warunki przeprowadzenia badań zaleca się wykonywanie badań w strefie badawczej m+m-1 obejmującej strefę m i poprzednio przebadaną strefę badawczą m-1; 2 - rezygnacja z dalszego wykonywania otworu badawczego.

Zastosowanie stref badawczych o innej długości dopuszcza się:

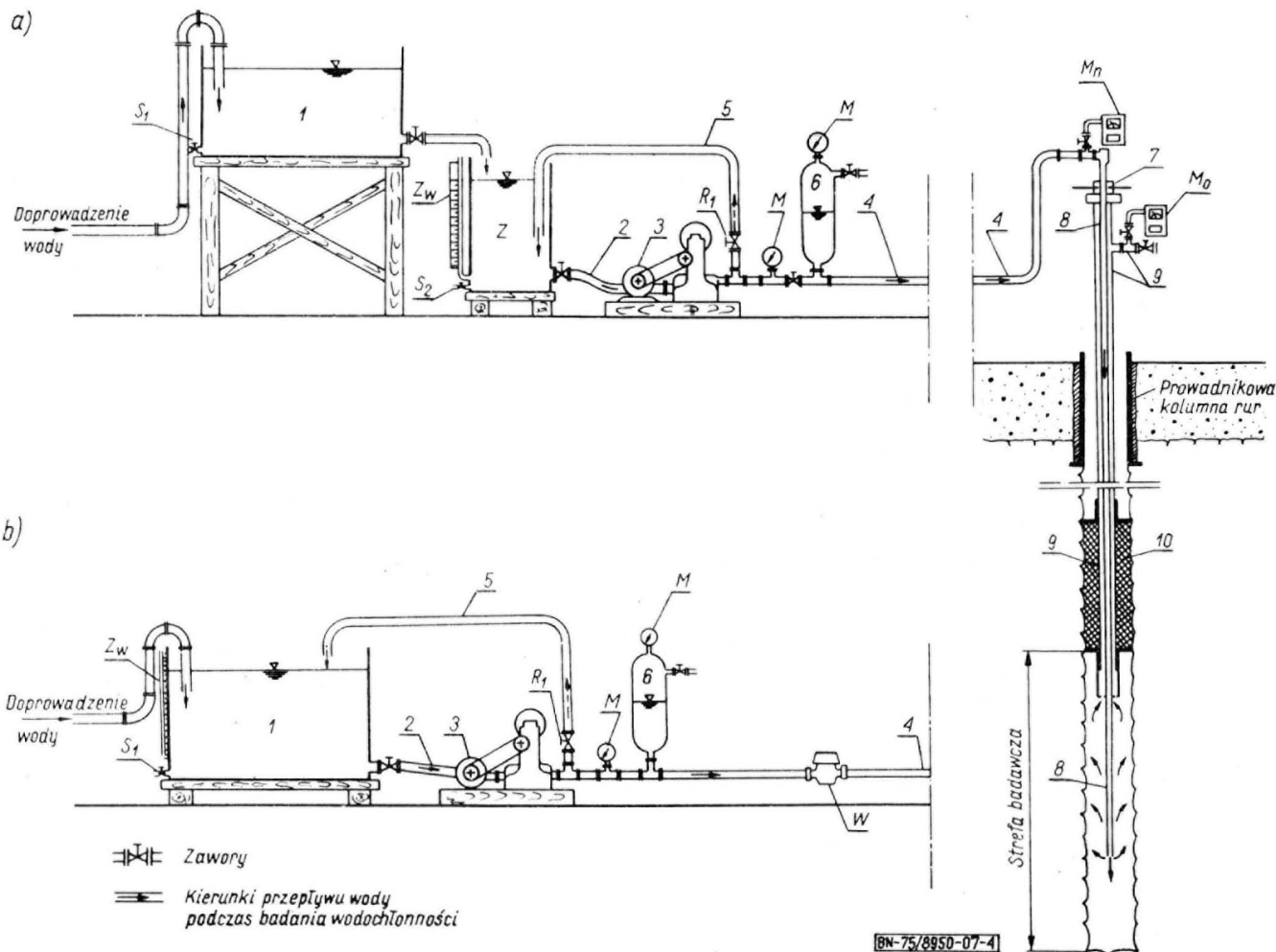
a) gdy przeprowadzenie badań wodochłonności w strefie badawczej o długości $2 \div 5$ m nie jest możliwe, z powodu osypywania się okruchów skalnych ze ścian otworu badawczego, względnie trudności w szczelnym założeniu uszczelki w stropie tej strefy,

b) przy badaniach kontrolnych i dodatkowych.

5. SPRZĘT DO BADANIA WODOCHŁONNOŚCI

5.1. Zestaw urządzeń do badań wodochłonności, zgodnie z przykładowymi schematami przedstawionymi na rys. 4, powinien składać się ze:

- a) zbiornika przejściowego,
- b) urządzenia do pomiaru objętości wody włączanej w strefę badawczą,
- c) urządzenia do włączania wody w strefę badawczą,
- d) uzbrojenia otworu badawczego, obejmującego sprzęt do pomiaru ciśnienia podczas badania.



Rys. 4. Przykładowe schematy zestawów urządzeń wodochłonności przy zastosowaniu do pomiaru objętości włączanej wody: a) zbiornika pomiarowego, b) wodomierza

Zbiornik przejściowy: 1 - zbiornik na wodę, S_1 - spust do całkowitego opróżnienia zbiornika, Zw - wodowskaz.

Urządzenie do pomiaru objętości wody włączanej w strefę badawczą: Z - komora pomiarowa, Zw - wodowskaz, S_2 - spust do całkowitego opróżnienia zbiornika, W - wodomierz.

Urządzenie do włączania wody w strefę badawczą: 2 - przewód ssawny urządzenia do włączania wody, 3 - pompa do włączania wody lub zespół pomp włączonych równolegle, 4 - przewód tłoczny urządzenia do włączania wody, 5 - przewód zwrotny urządzenia do włączania wody, 6 - zbiornik wodno-powietrzny do amortyzacji uderzeń hydraulicznych, M - manometry pomocnicze (instalowane zależnie od potrzeb), R_1 - zawór do regulacji ilości wody włączanej do strefy badawczej.

Uzbrojenie otworu badawczego: 7 - urządzenie do mechanicznego zaciskania uszczelki obiegowej, 8 - przewód tłoczny uzbrojenia otworu badawczego, 9 - przewód zwrotny uzbrojenia otworu badawczego, M_0 i M_n - manometry wskazująco-rejestrujące, służące do pomiaru ciśnienia podczas badania wodochłonności, 10 - uszczelka obiegowa zaciskana mechanicznie.

5.2. Zbiornik przejściowy powinien mieć całkowitą pojemność czynną zapewniającą ciągłość każdego badania wodochłonności, wykonywanego zgodnie z zaleceniami normy. W przypadku pomiaru objętości wtlaczanej wody przy pomocy wodomierza zbiornik przejściowy powinien składać się z co najmniej dwóch niezależnych i szczelnych komór, zaopatrzonych w wodowskazy.

5.3. Urządzenie do wtlaczania wody w strefę badawczą

5.3.1. Pompa do wtlaczania wody powinna zapewniać równomierne i ciągłe wtlaczanie wody w strefę badawczą, przy zastosowaniu maksymalnych ciśnień badawczych przewidzianych w programie badań wodochłonności i z wydajnością nie mniejszą niż 120 l/min. W razie potrzeby może być stosowany zespół pomp połączonych równolegle, spełniający wyżej podane warunki.

5.3.2. Przewody tłoczny i zwrotny urządzenia do wtlaczania wody należy dobierać na ciśnienie robocze równe co najmniej największemu przewidywanemu ciśnieniu badawczemu, zwiększonemu o wartość strat na długości przewodów tłocznych, z uwzględnieniem współczynnika pewności 1,5.

5.3.3. Zbiornik wodno-powietrzny powinien zapewniać redukcję wahań wskazań ciśnienia na manometrze wskazująco-rejestrującym, wynikających z nierównomierności pracy pompy do wtlaczania wody, do wartości mniejszej od $\pm 0,5$ at. Zbiornik ten należy stosować, gdy powyższy warunek nie może być spełniony za pomocą innych środków technicznych.

5.4. Uzbrojenie otworu badawczego

5.4.1. Przewody tłoczny i zwrotny uzbrojenia otworu badawczego należy wykonywać z rur stalowych bez szwu. Średnica wewnętrzna przewodu tłoczego uzbrojenia otworu badawczego nie powinna być mniejsza od 20 mm, a jego wylot powinien znajdować się w obrębie strefy badawczej - dla stref badawczych o długości $l \geq 2,0$ m około 1,0 m ponad spągłem strefy, dla stref badawczych o długości $l < 2,0$ m w połowie strefy.

5.4.2. Uszczelka

5.4.2.1. Dobór rodzaju uszczelki. Do odizolowania strefy badawczej należy używać pojedynczą uszczelkę obiegową. Zastosowanie uszczelki naciskowej dopuszcza się tylko w przypadkach, gdy:

- otwór badawczy wykonywany jest koronkami rdzeniowymi o średnicy mniejszej od 86 mm,
- jest to niezbędne dla przeprowadzenia dodatkowych pomiarów i obserwacji, zgodnie z 7.7.6.

Uszczelki podwójne, w miarę możliwości obiegowe, mogą być stosowane jedynie dla wykonania kontrolnych lub dodatkowych badań wodochłonności.

5.4.2.2. Elastyczny pierścień uszczelniający powinien mieć średnicę zewnętrzną równą co najmniej nominalnej średnicy zewnętrznej koronki rdzeniowej, użytej do wiercenia danej części otworu ba-

dawczego. Jego długość, w przypadku stosowania uszczelki pojedynczej, powinna być nie mniejsza od 0,4 m.

5.5. Sprzęt pomiarowy

5.5.1. Sprzęt do pomiaru objętości wtlaczanej wody: Do pomiaru objętości wtlaczanej wody należy używać:

- zbiorniki pomiarowe lub
- wodomierze - skrzydełkowe zgodnie z PN-76/M-54906, śrubowe zgodnie z PN-76/M-54870, albo sprzężone zgodnie z PN-76/M-54908.

Zbiorniki pomiarowe powinny składać się z co najmniej dwóch szczelnych komór pomiarowych zaopatrzonych w wodowskazy, które mogą być zastosowane do przeprowadzenia pomiarów niezależnie od siebie. Pojemność czynna każdej komory pomiarowej powinna być dobrana tak, aby czas całkowitego jej opróżnienia, przy maksymalnej przewidywanej wodochłonności, wynosił nie mniej niż 10 min.

Zastosowany sprzęt pomiarowy powinien umożliwić określenie objętości wtlaczanej wody z błędem nie przekraczającym $\pm 5\%$.

5.5.2. Sprzęt do pomiaru ciśnienia. Do pomiaru ciśnienia podczas badania wodochłonności należy używać:

- manometry wskazująco-rejestrujące,
- przyrządy pomiarowe, służące do pomiaru ciśnienia w obrębie strefy badawczej, przy dokonywaniu odczytów lub rejestracji ciśnienia na powierzchni terenu.

W przypadku dużej wodochłonności skały - dla $q > 2,0$ l/(min·m·0,1·at) i przy stosowaniu uszczelki naciskowej zaleca się użycie przyrządów wymienionych w poz. b).

Zastosowany sprzęt pomiarowy powinien umożliwić określenie ciśnienia z błędem nie przekraczającym $\pm 5\%$.

5.5.3. Sprzęt do pomiaru zwierciadła wody podziemnej. Do pomiaru głębokości występowania zwierciadła wody w otworze badawczym należy używać głębokociemierze hydrogeologiczne, zapewniające jej określenie z dokładnością nie mniejszą niż $\pm 0,02$ m.

5.5.4. Sprzęt do pomiaru temperatury wody. Do pomiaru temperatury wody, użytej do badań wodochłonności, należy stosować termometry, zapewniające jej określenie z dokładnością $\pm 1^\circ\text{C}$.

6. PRACE PRZYGOTOWAWCZE PRZED PRZEPROWADZENIEM ZESPÓŁU BADAŃ WODOCHŁONNOŚCI

6.1. Zakres prac przygotowawczych powinien obejmować:

- płukanie otworu badawczego, aż do wypływu czystej wody,
- sprawdzenie głębokości otworu badawczego, a w razie potrzeby oczyszczenie go ze zwiercin lub zasypu,
- miar hydostatycznego zwierciadła wody podziemnej w otworze badawczym przed opuszczeniem do niego uszczelki, a w przypadku występowania samo-

wypływu wody z otworu badawczego pomiar objętości wypływającej wody,

d) obserwacje zjawisk hydrogeologicznych w otoczeniu otworu badawczego obejmujące obszar przewidywanego zasięgu rozchodzenia się wody podczas badania wodochłonności,

e) kontrolę sprzętu do prowadzenia badań wodochłonności, a przede wszystkim stanu technicznego i prawidłowości montażu aparatury pomiarowej,

f) wstępne wtłaczanie.

6.2. Wstępne wtłaczanie

6.2.1. Wykonywanie wstępnego wtłaczania. Wstępne wtłaczanie należy prowadzić w sposób ciągły w czasie 10 min, przy ciśnieniu badawczym równym 2 at lub, gdy nie można go uzyskać, przy ciśnieniu badawczym możliwie jak najbliższym 2 at, ustalonym zgodnie z zasadami podanymi w 7.3.

6.2.2. Pomiary i obserwacje podczas wstępnego wtłaczania powinny obejmować:

a) pomiar objętości wtłaczanej wody,

b) odczyty ciśnienia na manometrach wskazująco-rejestrujących lub przyrządach pomiarowych, służących do pomiaru ciśnienia w obrębie strefy badawczej, prowadzone zgodnie z 7.7.1,

c) kontrolę szczelności izolacji strefy badawczej, prowadzoną za pomocą pomiarów zwierciadła wody w otworze badawczym, a w przypadku występowania samowypływu wody z otworu badawczego za pomocą pomiarów objętości wypływającej wody; wymienione pomiary należy przeprowadzać co najmniej dwukrotnie, bezpośrednio przed rozpoczęciem i zakończeniem wstępnego wtłaczania,

d) obserwacje ewentualnych wpływów wtłaczanej wody na powierzchnię terenu.

6.2.3. Brak szczelności izolacji strefy badawczej. Za podstawę stwierdzenia braku szczelności izolacji strefy badawczej należy przyjmować:

a) w przypadku nie występowania samowypływu z otworu badawczego - podniesienie się poziomu zwierciadła wody w otworze badawczym podczas wtłaczania o ponad 1,0 m w czasie 10 min lub wypływ wody z otworu badawczego,

b) w przypadku występowania samowypływu z otworu badawczego - zwiększenie objętości wody wypływającej z otworu badawczego o ponad 20%.

W przypadku wystąpienia powyższych zjawisk należy przeprowadzić ponowną próbę założenia uszczelki obiegowej na głębokości poprzedniej lub różniącej się od niej nie więcej niż $\pm 0,5$ m, a następnie powtórzyć wstępne wtłaczanie. Sposób postępowania przy dalszym braku szczelności izolacji strefy badawczej powinien być zgodny z zasadami podanymi na rys. 3.

6.2.4. Przerwa po wstępnym wtłaczaniu. Po przeprowadzeniu wstępnego wtłaczania, w czasie którego nie stwierdzono zaburzeń i usterek, powinna nastąpić co najmniej 10-minutowa przerwa, poprzedzająca wykonywanie zespołu badań wodochłonności w danej strefie badawczej.

7. ZESPÓŁ BADAŃ WODOCHŁONNOŚCI

7.1. Kolejność prowadzenia badań wodochłonności. W ramach zespołu badań wodochłonności należy przeprowadzić kolejno:

- podstawowe badania wodochłonności w cyklach badawczych,
- przedłużone badanie wodochłonności.

Z wykonania badań w cyklach badawczych należy zrezygnować, gdy nie jest możliwe przeprowadzenie badań wodochłonności przy co najmniej dwóch różnych ciśnieniach badawczych, spełniających warunki podane w 7.3.1 i 7.3.2 i różniących się nie mniej niż o 0,5 at.

7.2. Ogólne zasady wykonywania badań wodochłonności. Wszystkie badania wodochłonności, wchodzące w skład zespołu badań wodochłonności, powinny być prowadzone w sposób ciągły w czasie ustalonym wg 7.4.3 lub 7.5.2. Po wykonaniu każdego badania wodochłonności powinna nastąpić przerwa 10-minutowa.

7.3. Zasady ustalania ciśnień badawczych

7.3.1. Najmniejsze ciśnienie badawcze stosowane przy badaniach wodochłonności powinno być większe od 0,4 at. Należy je ustalać w taki sposób, aby wartości ciśnienia wskazywane podczas badania wodochłonności przez manometry wskazująco-rejestrujące nie były mniejsze od 0,2 at.

Odstępstwa od powyższych warunków dopuszcza się jedynie w przypadku dużej wodochłonności skały, zgodnie z 7.3.3.

7.3.2. Największe ciśnienie badawcze w określonej strefie badawczej powinno być przyjmowane w granicach od 0,1 $\gamma \cdot h$ do 0,2 $\gamma \cdot h$, w zależności od stopnia spękania masywu skalnego i wytrzymałości skały na ściskanie. Wartości największego ciśnienia badawczego większe od 0,15 $\gamma \cdot h$ należy stosować dla skał o wytrzymałości na ściskanie ponad 300 kg/cm^2 i przy niewielkim stopniu spękania masywu. Stosowanie wartości największego ciśnienia badawczego większych od 0,2 $\gamma \cdot h$, dopuszcza się w przypadkach, gdy jest to konieczne dla rozpoznania warunków prowadzenia prac uszczelniających oraz gdy nie mogą one powodować w badanym ośrodku odkształceń szkodliwych dla sąsiednich obiektów i wpływających na zniekształcenie wyników badań wodochłonności w następnych strefach badawczych.

Odstępstwa od wymienionych wymagań mogą następować jedynie w przypadku dużej wodochłonności skały, zgodnie z 7.3.3.

7.3.3. Dobór ciśnień badawczych w skałach o dużej wodochłonności. W skałach o dużej wodochłonności, gdy dla spełnienia warunków wg 7.3.1 i 7.3.2 niezbędne byłoby użycie pompy lub zespołu pomp do wtłaczania wody o wydajności łącznej większej od 120 l/min, wartości ciśnień badawczych należy ustalać indywidualnie, w miarę możliwości z uwzględnieniem zaleceń normy. W powyższym przypadku jako największe ciśnienie badawcze w określonej stre-

nie należy stosować ciśnienie maksymalne, możliwe do uzyskania za pomocą pompy lub zespołu pomp do włączania wody.

7.4. Badania wodochłonności w cyklach badawczych

7.4.1. Liczba cykli badawczych powinna wynosić jeden lub dwa. Drugi cykl badawczy należy wykonywać wówczas, gdy w pierwszym cyklu badawczym wartości miarodajnej wodochłonności jednostkowej przy poszczególnych ciśnieniach badawczych różnią się od siebie o więcej niż 100%.

7.4.2. Dobór ciśnień badawczych w cyklu badawczym¹⁾ powinien być dokonywany przy uwzględnieniu następujących warunków:

- a) wszystkie ciśnienia badawcze powinny spełniać wymagania wg 7.3.1,
- b) różnica wartości kolejnych ciśnień badawczych nie powinna być mniejsza niż 0,5 at i większa od 5 at,
- c) jedno z ciśnień badawczych powinno być równe 2 at lub, gdy nie można go uzyskać powinno być możliwie jak najbliższe 2 at,
- d) największe ciśnienie badawcze w cyklu badawczym należy ustalać zgodnie z 7.3.2,
- e) liczba różnych ciśnień badawczych w cyklu badawczym nie powinna być mniejsza niż trzy; gdy nie jest to możliwe ze spełnieniem warunków podanych w poz. a) i b) dopuszcza się zastosowanie jedynie dwóch różnych ciśnień badawczych.

7.4.3. Czas podstawowego badania wodochłonności powinien wynosić:

- a) dla ośrodków nawodnionych - 20 min,
- b) dla ośrodków nienawodnionych - 30 min.

7.5. Przedłużone badanie wodochłonności

7.5.1. Ciśnienie badawcze podczas przedłużonego badania wodochłonności powinno wynosić 2 at, lub, gdy nie można go uzyskać, powinno być możliwie jak najbliższe 2 at, ze spełnieniem warunków wg 7.3.

7.5.2. Czas przedłużonego badania wodochłonności nie powinien być krótszy od 60 min i należy je prowadzić aż do osiągnięcia stabilizacji wodochłonności podczas badania zgodnie z 7.5.3. W przypadku nieosiągnięcia stabilizacji wodochłonności w czasie dłuższym niż 3 godz dopuszcza się zakończenie badania bez spełnienia powyższego warunku.

7.5.3. Stabilizacja wodochłonności w czasie przedłużonego badania wodochłonności. Wodochłonność w czasie przedłużonego badania wodochłonności należy uważać za ustaloną, gdy podczas trzech kolejnych 10-minutowych odcinków czasu zostanie spełniony jeden z następujących warunków:

$$a) \frac{Q_n - Q_{n+1}}{Q_n} \cdot 100 \leq 10\%$$

lub

$$b) 10\% < \frac{Q_n - Q_{n+1}}{Q_n} \cdot 100 \leq 20\%$$

i nie obserwuje się systematycznego spadku lub wzrostu wodochłonności.

7.6. Woda do badań wodochłonności. Do wykonania badań wodochłonności należy używać wodę, która wizualnie nie wykazuje osadu ani zawiesiny. Woda do badań wodochłonności powinna mieć mineralizację ogólną mniejszą od 2 g/l, a jej odczyn pH nie powinien być mniejszy od 6 i większy od 9. Nie powinna ona zawierać związków chemicznych mogących trwale zanieczyścić lub skażać wody podziemne. Temperatura wody powinna być nie mniejsza niż 5°C i nie większa niż 25°C.

7.7. Obserwacje i pomiary podczas wykonywania zespołu badań wodochłonności

7.7.1. Odczyty ciśnienia na manometrach wskazująco-rejestrujących lub przyrządach pomiarowych, służących do pomiaru ciśnienia w obrębie strefy badawczej, powinny być dokonywane co 2 min podczas każdego badania wodochłonności, a w razie potrzeby również po jego zakończeniu, z dokładnością równą połowie działki elementarnej manometru.

7.7.2. Pomiary objętości włączanej wody powinny być dokonywane równocześnie lub z nieprzekraczającym 10 s przesunięciem w czasie w stosunku do odczytów ciśnienia. W przypadku zastosowania wodomierzy należy dodatkowo wykonywać co 10 min kontrolne pomiary objętości włączanej wody w zbiorniku przejściowym.

7.7.3. Pomiary temperatury wody używanej do badań wodochłonności, powinny być prowadzone w zbiorniku pomiarowym lub przejściowym bezpośrednio przed rozpoczęciem i zakończeniem każdego cyklu badawczego i przedłużonego badania wodochłonności.

7.7.4. Kontrola szczelności izolacji strefy badawczej powinna być prowadzona za pomocą pomiarów zwierciadła wody w otworze badawczym, a w przypadku występowania samowypływu wody z otworu badawczego, za pomocą pomiarów objętości wypływającej wody; wymienione pomiary należy przeprowadzać co najmniej dwukrotnie przy każdym badaniu wodochłonności, bezpośrednio przed jego rozpoczęciem i zakończeniem, nie rzadziej jednak niż co 30 min.

7.7.5. Obserwacje i pomiary w otoczeniu otworu badawczego powinny obejmować rejestrację wszystkich wpływów powierzchniowych mających związek z badaniami wodochłonności, a w razie potrzeby określenie ich wydajności oraz pomiary zwierciadła wody w sąsiednich otworach i wyrobiskach badawczych.

¹⁾ Przykład wstępnego ustalenia ciśnień badawczych w poszczególnych strefach otworu badawczego podano w Informacjach dodatkowych p. 5.

7.7.6. Pomiary i obserwacje dodatkowe, nie wymienione w 7.7.1 ÷ 7.7.5, powinny być wykonywane, gdy są one konieczne dla charakterystyki badanego masywu skalnego, względnie dla właściwej interpretacji wyników badań wodochłonności. Zakres tych prac należy ustalać indywidualnie, w zależności od potrzeb, przy czym mogą one obejmować:

- a) obserwacje odkształceń powierzchni terenu lub masywu skalnego w otoczeniu otworu badawczego podczas wykonywania zespołu badań wodochłonności,
- b) pomiary kierunków i prędkości przepływu wody, wtłaczanej w masyw skalny podczas badania wodochłonności, za pomocą metod geofizycznych i różnego rodzaju metod znacznikowych,
- c) inne pomiary i obserwacje wprowadzane w zależności od potrzeb.

7.8. Pomiary po wykonaniu zespołu badań wodochłonności, po którym nie prowadzi się iniekcji, przed rozpoczęciem wiercenia następnej strefy badawczej powinny obejmować:

- a) pomiar hydrostatycznego zwierciadła wody podziemnej, dokonywany po wyjęciu uszczelki z otworu badawczego,
- b) pomiar kontrolny głębokości otworu badawczego.

7.9. Zaburzenia przebiegu zespołu badań wodochłonności. Gdy występują zaburzenia przebiegu zespołu badań wodochłonności należy:

- a) w przypadku utraty szczelności izolacji strefy badawczej - kontynuować prace badawcze zgodnie ze wskazaniami podanymi w 6.2.3,
- b) w przypadku przerwy w czasie badania wodochłonności dłuższej niż 2 min - powtórzyć badanie wodochłonności przy danym ciśnieniu badawczym,
- c) w przypadku zaobserwowania intensywnych wpływów powierzchniowych wtłaczanej wody oraz przy znacznym wzroście wodochłonności jednostkowej podczas wykonywania zespołu badań wodochłonności - przeprowadzić analizę powstałych zjawisk dla ustalenia dalszego sposobu postępowania.¹⁾

8. INIEKCJA I KONTROLNE BADANIE WODOCHŁONNOŚCI

8.1. Iniekcja

8.1.1. Stosowanie iniekcji. Iniekcję należy wykonywać:

- a) gdy występują przeszkody w prowadzeniu prac badawczych i wiertniczych spowodowane osypywaniem się okruszków skalnych ze ścian otworu badawczego,
- b) w przypadku występowania trudności w szczelnym odizolowaniu stref badawczych, a w szczególności po przeprowadzeniu zespołu badań wodochłonności w strefie badawczej o długości większej niż 10 m,
- c) w innych przypadkach niż wymienione w a) i b), gdy jest to konieczne dla przeprowadzenia ba-

dań wodochłonności zgodnie z wymaganiami normy w następnych strefach badawczych, ustalanych indywidualnie na podstawie analizy warunków geologiczno-inżynierskich i przebiegu badań.

Powtarzanie iniekcji w danej strefie badawczej, w przypadku nie uzyskania w jej wyniku założonych efektów wynikających z warunków podanych w poz. a) ÷ c), powinno każdorazowo następować po analizie, dokonywanej przy uwzględnieniu innych możliwości dalszego sposobu postępowania zgodnie z rys. 3.

8.1.2. Sposób wykonania iniekcji powinien umożliwiać spełnienie jej zadań wynikających z warunków wg 8.1.1 a) ÷ c), przy czym należy go dobierać tak, aby iniekcja wpływała w możliwie jak najmniejszym stopniu na wyniki badań wodochłonności w następnych strefach badawczych. We wszystkich przypadkach, gdy jest to możliwe, przy spełnieniu wymienionych wymagań zaleca się stosowanie ciśnień iniekcji nie większych od 2 at i zaczynów cementowych o wskaźniku wodno-cementowym mniejszym od 1,5.

8.2. Przerwa na stwardnienie zaczynu. Po zakończeniu iniekcji powinna nastąpić przerwa na stwardnienie zaczynu, która nie powinna być krótsza niż 16 godz.

8.3. Kontrolne badanie wodochłonności powinno być wykonywane po każdej iniekcji. Należy je prowadzić w sposób ciągły w czasie 20 min, przy ciśnieniu badawczym 2 at lub gdy nie można go uzyskać przy ciśnieniu badawczym możliwie jak najbliższym 2 at, ustalonym zgodnie z zasadami wg 7.3.

Przed wykonaniem kontrolnego badania wodochłonności należy przeprowadzić prace przygotowawcze zgodnie z 6.1, podczas jego prowadzenia powinny być dokonywane pomiary i obserwacje według zasad podanych w 7.7.1, 7.7.2, 7.7.4 oraz 7.7.5. Sposób postępowania przy zaburzeniach przebiegu kontrolnego badania wodochłonności powinien być zgodny z 7.9.

9. PROWADZENIE BIEŻĄCEJ DOKUMENTACJI BADAŃ WODOCHŁONNOŚCI

Przebieg badań wodochłonności i prac przygotowawczych należy bieżąco zapisywać w dzienniku badań wodochłonności, który powinien składać się ze strony tytułowej (załącznik 1), charakterystyki sprzętu do badań wodochłonności (załącznik 2) oraz kart badania wodochłonności (załącznik 3).

W dzienniku badań wodochłonności należy ponadto notować i opisywać wszystkie zjawiska stwierdzone podczas prac badawczych i wiertniczych oraz zaburzenia ich przebiegu, które mogą mieć znaczenie dla interpretacji wyników badań, a także sporządzać szkice sytuacyjne i techniczne dokumentujące ich przebieg. Dziennik badań wodochłonności należy przechowywać w archiwum przedsiębiorstwa, które prowadziło badania wodochłonności.

¹⁾ Wskazania w tym zakresie podano w Informacjach dodatkowych p. 6.

WZÓR STRONICY TYTUŁOWEJ DZIENNIKA BADAŃ WODOCHŁONNOŚCI:ZALĄCZNIK 1

Pieczęć przedsiębiorstwa

DZIENNIK BADAŃ WODOCHŁONNOŚCI

Obiekt.....

Otwór badawczy nr

Nr umowy..... Inwestor.....

Rzędna terenu przy otworze badawczym.....

Rzędna kryzy przewodnikowej kolumny rur.....

szkic sytuacyjny

Badania wodochłonności w otworze rozpoczęto dnia

zakończono dnia

Miejsce poboru wody do badań wodochłonności

.....

.....

Dziennik zawiera.....stronic

WZÓR DRUGIEJ STRONICY DZIENNIKA BADAŃ WODOSZCZELNOŚCI

Pieczęć przedsiębiorstwa

Obiekt.....

Otwór badawczy nr.....

CHARAKTERYSTYKA SPRZĘTU DO BADAŃ WODOCHŁONNOŚCI

Pompa ujęcia wody - typ..... wydajność.....

Zbiornik przejściowy - ilość komór..... wymiary komór.....

Pompa do włączania wody - typ..... wydajność..... wysokość podnoszenia.....

Zbiornik wodno-powietrzny - pojemność.....

Przewód tłoczny urządzenia do włączania wody - rodzaj.....

średnica wewnętrzna..... długość.....

Sprzęt do pomiaru objętości włączanej wody - rodzaj.....

charakterystyka.....

Manometry wskazująco-rejestrujące - klasa niedokładności..... górna granica zakresu wskazań.....

Uszczelka - rodzaj..... sposób zaciskania.....

elastyczny pierścień uszczelniający o długości..... i średnicy zewnętrznej.....

Przewód tłoczny uzbrojenia otworu badawczego - średnica wewnętrzna.....

Przewód zwrotny uzbrojenia otworu badawczego - średnica wewnętrzna.....

Zmiany zastosowanego sprzętu wprowadzone w trakcie badań.....

CHARAKTERYSTYKA PUNKTÓW OBSERWACYJNYCH W OTOCZENIU OTWORU BADAWCZEGO

Nr	Opis punktu	Rzędna terenu przy punkcie obserwacyjnym	Nr	Opis punktu	Rzędna terenu przy punkcie obserwacyjnym

Wymiary w cm

Obiekt

KARTA BADANIA WODOCHŁONNOŚCI

Otwór badawczy Nr.....

Strefa badawcza nr..... od..... do..... o długości.....m

(Wstępne włączanie; zespół badań wodochłonności - cykl badawczy nr., przedłużone badanie wodochłonności; kontrolne badanie wodochłonności ¹⁾)

Położenie hydrostatycznego zwierciadła wody podziemnej w otworze badawczym mierzone od poziomu terenu - przed badaniem m po badaniu m

Głębokość otworu badawczego po wykonaniu zespołu badań wodochronności m

Wysokość zainstalowania manometrów wskazująco-rejestrujących ponad poziomem terenu - manometr M_0 m; manometr M_n m²⁾

[illegible]

CHARAKTERYSTYKA GEOLOGICZNA STREFY BADAWCZEJ	
Głębokość od do w m	Charakterystyka utworów
	-

WYNIKI BADANIA		
Ciśnienie badawcze - p at	Wodochłonność - Q L/min	Miarodajna wodochłonność jednostkowa - q _m L/min · m · 0,1at

4) niepotrzebne skreślić

²⁾ oznaczenia manometrów zgodnie z rys.4.

Prowadzący badanie (imię i nazwisko) (podpis)

Nadzorujący badanie (imię i nazwisko) (podpis)

INFORMACJE DODATKOWE

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

2. Istotne zmiany w stosunku do BN-70/8950-07

- a) rozszerzono zakres stosowania normy, dopuszczając jej użycie dla badań podłoża skalnego budowli piętrzących o wysokości piętrzenia ponad 60 m, a także przy samowypływie wody z otworu badawczego,
- b) ujednolicono określenia oraz oznaczenia; zmniejszono ich ilość i zsynchronizowano je z równoległe opracowywaną normą branżową, dotyczącą próbnej cementacji oraz podano jednostki miar w układzie SI,
- c) dopuszczono wykonywanie badań wodochłonności w pionowych i ukośnych otworach badawczych, określając zasady doboru kąta i kierunku nachylenia otworu,
- d) dopuszczono w określonych normą warunkach prowadzenie prac badawczych strefami wstępującymi,
- e) dopuszczono stosowanie uszczelki naciskowej oraz podwójnej dla dodatkowych lub kontrolnych badań wodochłonności,
- f) zaniechano stosowania do pomiaru ciśnienia manometrów wskazówkowych zwykłych,
- g) uproszczono i ujednolicono zasady doboru ciśnień badawczych, a zwłaszcza największych ciśnień stosowanych w określonych strefach badawczych,
- h) wprowadzono pomiary i obserwacje dodatkowe podczas wykonywania zespołu badań wodochłonności,
- i) zaktualizowano i skrócono tekst, wprowadzając zmiany redakcyjne związane z ujednoliceniem określeń, nowymi zaleceniami normy oraz wymaganiami PN-73/N-02002,
- k) zakres i układ informacji dodatkowych dostosowano do zaleceń PN-73/N-02001 oraz PN-73/N-02002.

3. Normy związane

- PN-76/M-34034 Rurociągi. Zasady obliczeń strat ciśnienia
- PN-76/M-54870 Wodomierze śrubowe z poziomą osią wirnika
- PN-76/M-54906 Wodomierze skrzydełkowe do przewodów poziomych dla wody zimnej
- PN-76/M-54908 Wodomierze sprężone

4. Autorzy projektu normy - mgr inż. Wiesław Jawański - Przedsiębiorstwo Geologiczne Budownictwa Wodnego HYDRO-GEO Kraków i doc. dr hab. inż. Artur Wieczysty - Politechnika Krakowska, Instytut Inżynierii Sanitarnej.

5. Przykład wstępnego ustalenia ciśnień badawczych w poszczególnych strefach otworu badawczego

5.1. Dane wyjściowe

- głębokość otworu badawczego 35 m,
- miąższość nadkładu gruntów luźnych w profilu otworu badawczego 3 m,
- głębokość osadzenia prowadnikowej kolumny rur pod stropem skały litej 2 m,
- głębokość występowania hydrostatycznego zwierciadła wody podziemnej w otworze badawczym $h_{w1} = 2$ m.

Skały lite w rejonie badań wykazują wytrzymałość na ściskanie większą od 500 kg/cm², a masyw skalny odznacza

się niewielkim stopniem spękania (średnia gęstość spękań w sąsiednich odsłonięciach wynosi 2 ÷ 3 spękania na metr, brak jest spękań o rozwarciu ponad 1 ÷ 2 mm, mających większy zasięg w masywie).

5.2. Dobór ciśnień badawczych. Wartości ciśnień badawczych w poszczególnych strefach badawczych ustalono zgodnie z zasadami podanymi w 7.3.1, 7.3.2, 7.4.2 i 7.5.1, biorąc pod uwagę ogólną charakterystykę geologiczno-inżynierską badanego ośrodka wg Informacji dodatkowych p. 5.1.

Największe ciśnienia badawcze w poszczególnych strefach badawczych obliczono wstępnie wg wzoru

$$p_{\max} = 0,1\gamma_{01}h_1 + 0,2\gamma_{02}h_2 \quad (I-1)$$

w którym:

- $p_{\max}$ - największe ciśnienie badawcze w danej strefie badawczej, at,
- γ_{01} - średni ciężar objętościowy gruntów luźnych w nadkładzie skał litych; $\gamma_{01} = 2 \cdot 10^3$ kg/m³,
- γ_{02} - średni ciężar objętościowy skał litych, występujących ponad stropem strefy badawczej; $\gamma_{02} = 2,5 \cdot 10^3$ kg/m³,
- h_1 - miąższość nadkładu gruntów luźnych w profilu otworu badawczego; $h_1 = 3$ m,
- h_2 - miąższość skał litych ponad stropem strefy badawczej, m.

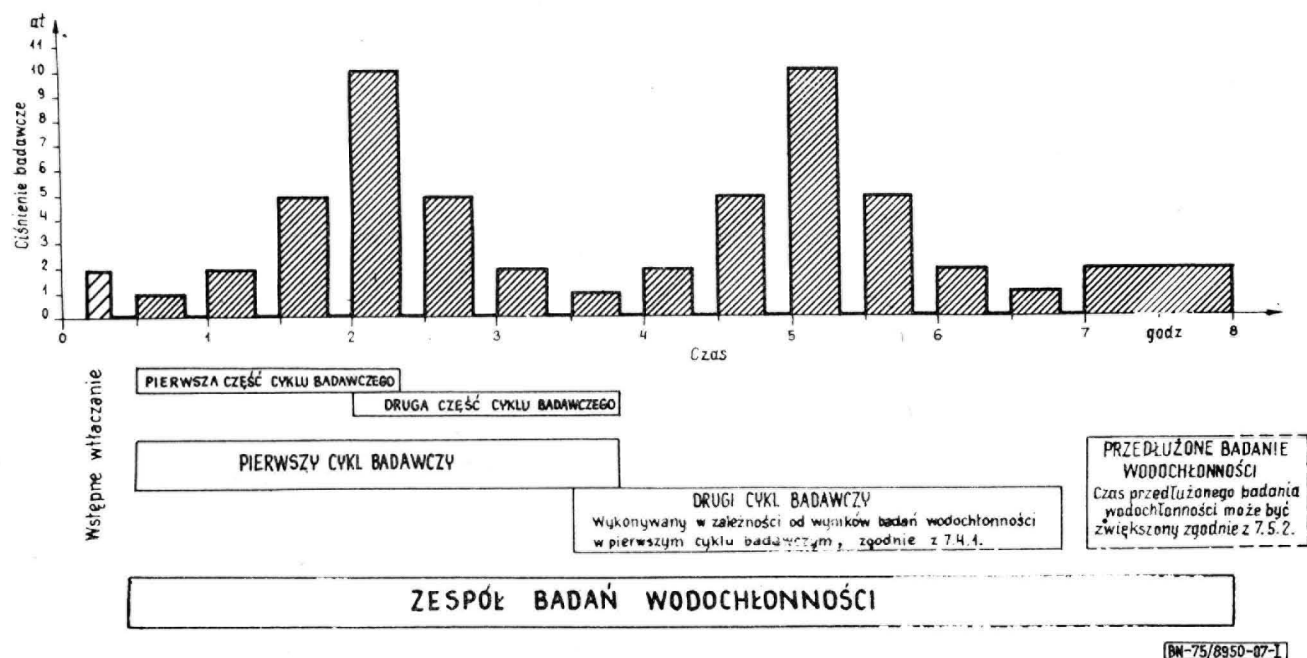
Wartości największego ciśnienia badawczego, w przybliżeniu zgodne z obliczeniami wzorem (I-1), przyjęto w strefach badawczych, usytuowanych w stropowej partii skały (do głębokości 25 m poniżej poziomu terenu), w których konieczne jest bardziej szczegółowe rozpoznanie podłoża skalnego. W strefach badawczych leżących poniżej 25 m założono stałą wartość największego ciśnienia badawczego równą 10 at¹⁾ (analogiczną jak w strefie 22 ÷ 25 m), co pozwoliło na zmniejszenie czasu trwania zespołu badań wodochłonności.

Pozostałe ciśnienia badawcze w cyklach badawczych ustalono w sposób następujący:

- a) w każdym cyklu badawczym zastosowano ciśnienie badawcze 2 at lub gdy największe ciśnienie badawcze ustalone wzorem (I-1) było mniejsze od 2 at (strefa 1) ciśnienie badawcze możliwie najbliższe 2 at,
- b) co najmniej jedno ciśnienie badawcze w każdym cyklu badawczym było mniejsze od ustalonego zgodnie z poz. a),
- c) w strefach 5 ÷ 9 wprowadzono dodatkowe ciśnienie badawcze 5 at, z uwagi na zbyt dużą różnicę pomiędzy największym ciśnieniem badawczym i 2 at, która dla stref 6 ÷ 9 przekraczała 5 at.

Ustalane wartości ciśnień badawczych podano w tabl. I-1, a dla jej lepszego zilustrowania przebieg ciśnień podczas wykonywania zespołu badań wodochłonności w jednej ze stref badawczych przedstawiono graficznie na rysunku I.

¹⁾ Wartość 10 at jest każdorazowo większa od wartości odpowiadającej $0,1\gamma h$, zgodnie z 7.3.2.



Przebieg ciśnień badawczych w czasie wykonywania zespołu badań wodochłonności w strefie badawczej 9

Tablica I-1. Przykład wstępnego ustalenia ciśnień badawczych w poszczególnych strefach otworu badawczego (zestawienie tabelaryczne)

Strefa		Wartości $0,1\gamma_{01} \cdot h_1 +$ $+0,2\gamma_{02} \cdot h_2$ at	Ciśnienie badawcze, at														
Nr	Głębokość m		Pierwszy cykl badawczy							Drugi cykl badawczy wykonywany w zależności od wyników badań wodochłonności w pierwszym cyklu badawczym, zgodnie z 7.4.1							Przedłużone badanie wodochłonności
1	2	3	4							5							6
1	5 ÷ 7	1,6			0,5	1	1,5	1	0,5	1	1,5	1	0,5			1,5	
2	powyżej 7 do 10	2,6			1	2	2,5	2	1	2	2,5	2	1			2,0	
3	powyżej 10 do 13	4,1			1	2	4	2	1	2	4	2	1			2,0	
4	powyżej 13 do 16	5,6			1	2	5	2	1	2	5	2	1			2,0	
5	powyżej 16 do 19	7,1	1	2	5	7	5	2	1	2	5	7	5	2	1	2,0	
6	powyżej 19 do 22	8,6	1	2	5	8	5	2	1	2	5	8	5	2	1	2,0	
7	powyżej 22 do 25	10,1	1	2	5	10	5	2	1	2	5	10	5	2	1	2,0	
8	powyżej 25 do 30	11,6	1	2	5	10	5	2	1	2	5	10	5	2	1	2,0	
9	powyżej 30 do 35	14,1	1	2	5	10	5	2	1	2	5	10	5	2	1	2,0	

Ciśnienia badawcze wstępnie określone dla poszczególnych stref badawczych należy korygować podczas wykonywania otworu badawczego, na podstawie wyników wstępnego wtlaczania oraz zespołów badań wodochłonności, w szcze-

gólności biorąc pod uwagę zaburzenia ich przebiegu wymienione w 7.9 c).

6. Zasady postępowania przy najczęściej występujących zaburzeniach przebiegu zespołu badań wodochłonności - wg tabl. I-2.

Tablica I-2. Zasady postępowania

Lp.	Rodzaj zaburzenia	Zasady postępowania
1	2	3
1	Wpływy wody na powierzchnię terenu	należy dokończyć badanie wodochłonności przy ciśnieniu badawczym, przy którym nastąpił wypływ, przeprowadzając równocześnie pomiar wydatku wypływu; w przypadku gdy wydatek wypływu nie przekracza 25% wodochłonności, należy kontynuować wykonanie zespołu badań wodochłonności, zgodnie z przyjętym programem; w przypadku gdy wydatek wypływu przekracza 25% wodochłonności, powinna zostać przeprowadzona indywidualna analiza powstałego zjawiska, w wyniku której należy podjąć decyzję dotyczącą dalszego toku postępowania, przy czym mogą być brane pod uwagę - kontynuacja badań wg dotychczasowego programu, obniżenie ciśnień badawczych oraz rezygnacja z dalszych badań w danej strefie badawczej
2	Wpływ wody z sąsiedniego otworu wiertniczego	zespół badań wodochłonności należy kontynuować zgodnie z przyjętym programem po szczelnym zamknięciu otworu wiertniczego, z którego nastąpił wypływ, za pomocą głowicy lub uszczelki obiegowej, zaopatrzonej w manometr, prowadząc podczas dalszych badań wodochłonności odczyty ciśnienia na zaistalowanym manometrze; jeżeli szczelne zamknięcie tego otworu wiertniczego nie jest możliwe należy stosować zasady podane pod lp: 1 niniejszej tablicy
3	Wzrost wartości liczbowej miarodanej wodochłonności jednostkowej przy określonym ciśnieniu badawczym p, w stosunku do miarodajnej wodochłonności jednostkowej przy poprzednim ciśnieniu badawczym - o więcej niż około 100%	w przypadku gdy ciśnienie badawcze p, przy którym nastąpił wzrost wodochłonności jednostkowej, nie jest większe od 0,1yh, badanie wodochłonności należy kontynuować zgodnie z programem; jeżeli powyższy warunek nie jest spełniony, należy zrezygnować ze stosowania ciśnień badawczych większych niż p podczas dalszego wykonywania zespołu badań wodochłonności, a gdy powyższe zjawisko zaobserwowano w kilku strefach badawczych - obniżyć największe ciśnienia badawcze w dalszych strefach badawczych

7. Wydanie 2 - stan aktualny: kwiecień 1984; uaktualniono normy związane.