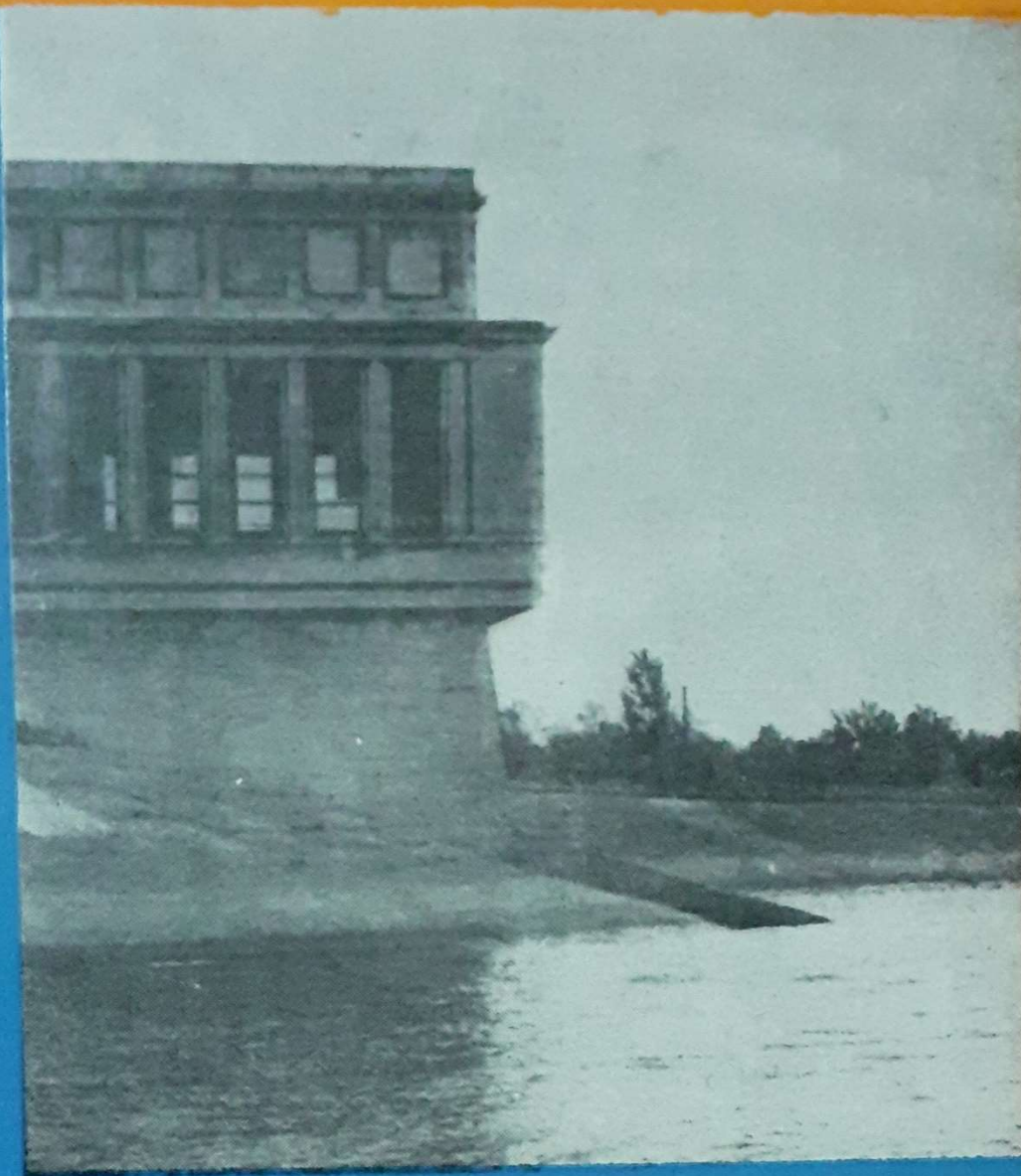


MINISTERSTWO OBRONY NARODOWEJ
INSPEKTORAT OBRONY CYWILNEJ KRAJU

IOCK 50/78



OCHRONA WODY PITNEJ PRZED SKAŻENIEM I ZAKAŻENIEM

WYDAWNICTWO MINISTERSTWA OBRONY NARODOWEJ

MINISTERSTWO OBRONY NARODOWEJ

INSPEKTORAT OBRONY CYWILNEJ KRAJU

IOCK 50 75

OCHRONA WODY PITNEJ PRZED SKAŻENIEM I ZAKAŻENIEM

WYDAWNICTWO MINISTERSTWA OBRONY NARODOWEJ
Warszawa 1975

T R E S C

Wstęp	Str.
1. Bilanse wodne	3
2. Gospodarka wodna w Polsce	4
3. Zbiorniki retencyjne	6
4. Rodzaje wód	7
5. Zanieczyszczenie i ochrona wód	8
6. Szkodliwe oddziaływanie broni masowego rażenia na źródła wody	9
7. Zasady określania skażeń i zakażeń wody	10
8. Zabezpieczenie źródeł wody przed skażeniem i zakażeniem	15
9. Podstawowe sposoby uzdatniania wód skażonych i zakażonych	17
10. Czynniki mogące zdeorganizować zaopatrzenie ludności w wodę w okresie pokoju i wojny	26
 Załączniki:	
1. Skuteczność wstępnego oczyszczania wody przy oczyszczaniu polowym metodą Berkefelda-Terratou	30
2. Efekt dekontaminacji radioizotopów z wody za pomocą fosforanów	32
3. Efekt oczyszczania wody metodą filtrowania przez piasek	33
4. Plan zaopatrzenia ludności miejskiej (wiejskiej) w wodę (przykład)	33
5. Wodociąg komunalny — wariant I	34
6. Wodociąg komunalny — wariant II	35
7. Wodociąg komunalny — wariant III	36
8. Wodociąg komunalny — wariant IV	37
Bibliografia	38
	39

WSTĘP

W miarę rozwoju gospodarczego naszego kraju wzrasta zapotrzebowanie na wodę, czemu towarzyszy postępujące zanieczyszczenie wód i związane z tym zmniejszanie się dyspozycyjnych zasobów wodnych.

Intensywny rozwój przemysłu, pojawienie się nie znanych dotychczas substancji na skutek uruchamiania nowych gałęzi produkcji doprowadziły do znacznego zanieczyszczenia wielu rzek, co ograniczyło lub nawet uniemożliwiło ich bezpośrednie gospodarcze użytkowanie.

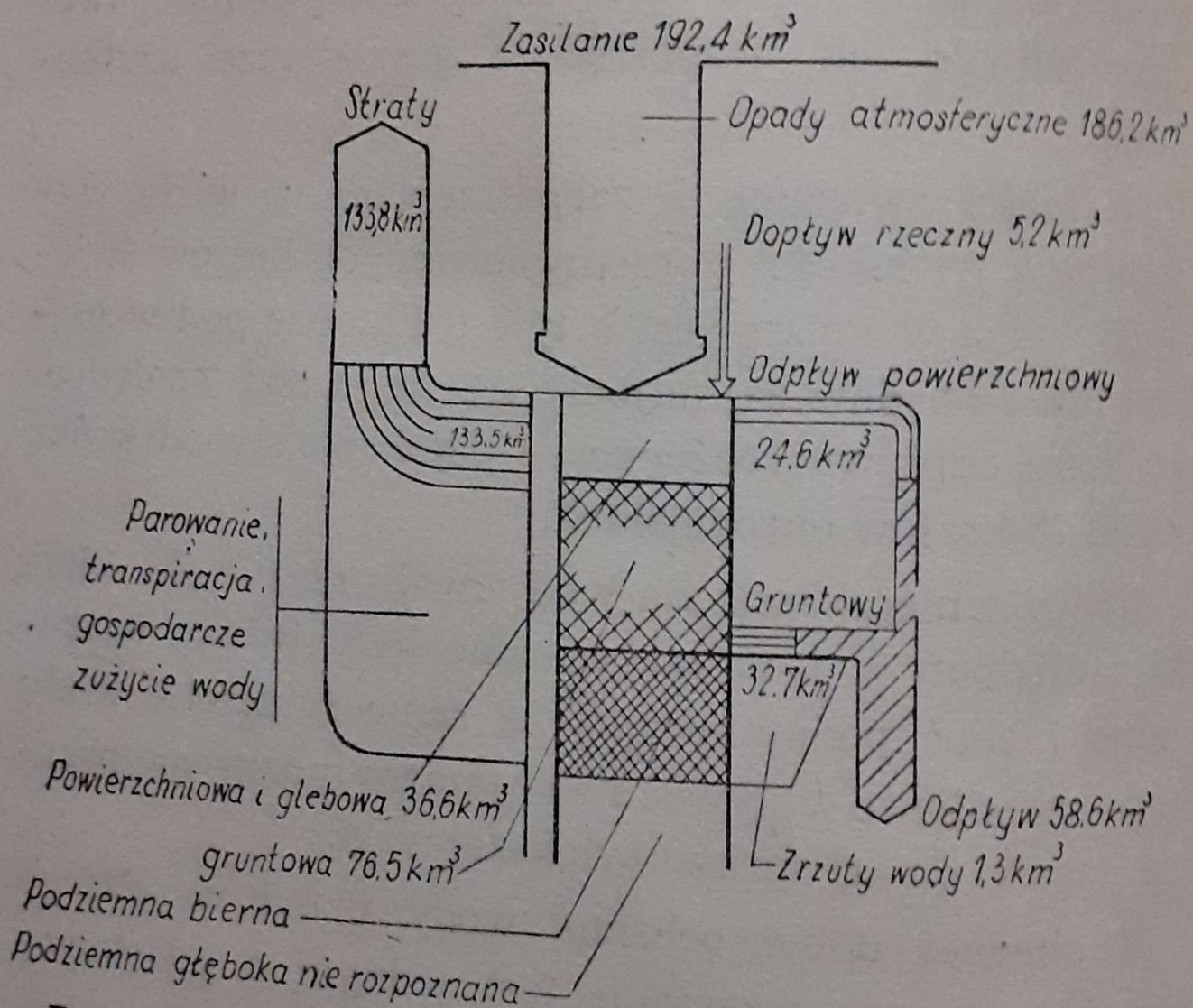
Trudności związane z zaopatrzeniem w wodę występują w większości uprzemysłowionych krajów świata. Sytuacja w Polsce jest o tyle trudna, że pod względem ilości opadów zajmujemy trzecie, a pod względem wielkości odpływu rocznego — piąte miejsce od końca wśród 28 krajów europejskich.

Proces zanieczyszczenia wód trwał przez wieki. Skutki zaniedbań w tym zakresie nie były jednak odczuwalne i choć podejrzewano, że zanieczyszczone wody mogą szkodliwie wpływać na organizm ludzki, nie przywiązywano do tej sprawy większej wagi.

W obecnej dobie ochrona wody przed wszelkiego rodzaju zanieczyszczeniami jest jednym z podstawowych problemów rangi światowej.

1. BILANSE WODNE

Bilans zasobów wodnych polega na porównaniu ilości wody przybywającej na określony obszar z tą ilością wody, którą ten obszar w tym samym czasie traci. W bilansach wodnych mogą być uwzględniane różne czynniki. Najprostszy bilans wodny to porównanie ilości opadów atmosferycznych z odpływami, parowaniem oraz stratami bezpośrednimi (rys. 1).



Rys. 1. Bilans wodny Polski w normalnym cyklu rocznym

Ogólny bilans wodny kuli ziemskiej jest następujący¹:

parowanie oceanów	— 300 tys. km ³
parowanie z lądów	— 81 tys. km ³
opady atmosferyczne	— 381 tys. km ³

Bilans wodny Polski przedstawia tabela 1.

Tabela 1

Bilans wodny Polski w roku normalnym*

Zasilanie	[km ³]	[%]	Ubytki	[km ³]	[%]
1. Z opadów atmosferycznych	187,2	97,3	1. Odpływ korytami rzek do morza i poza granice kraju:		
2. Z rzek płynących z zagranicy	5,2	2,7	a) bezpośredni (powierzchniowy)	24,6	12,9
			b) pośredni naturalny (gruntowy)	32,7	17,1
			c) zrzuty wody wydobywanej ze studzien	1,3	0,6
			2. Straty wody w wyniku parowania, transpiracji i zużycia gospodarczego:		
			a) parowanie terenowe	133,5	69,2
			b) zużycie wody wydobytej ze studzien	0,3	0,2
R a z e m	192,4	100	R a z e m	192,4	100

* Do wykorzystania służą w zasadzie wody tzw. dyspozycyjne, których w Polsce w roku normalnym mamy ok 48,3 km³, a w roku suchym zaledwie 23,8. Pewną rezerwę stanowią wody odpływowe, których w okresach większych opadów w ogóle się nie wykorzystuje (z braku zbiorników retencyjnych wód odpływowych nie można magazynować), oraz wody zwane przepływem nienaruszalnym lub biologicznym, które muszą pozostać w ciekach, aby utrzymać w nich życie biologiczne i zachować niezwykłą cechę wody — samooczyszczanie się. (J. Chęciński, Ekonomiczne problemy zaopatrzenia ludności w wodę, Warszawa 1972).

¹ Dębski K., *Hydrologia*, Warszawa 1970, s. 140.

2. GOSPODARKA WODNA W POLSCE

Polska należy w Europie do krajów posiadających najniższe opady. Ich rozmieszczenie przestrzenne i czasowe w skali rocznej jest bardzo nierównomierne. Na przykład na Nizinie Kujawsko-Wielkopolskiej w pobliżu Włocławka roczne opady atmosferyczne wynoszą zaledwie 443 mm, w Tatrach natomiast dochodzą do 1500 mm.

Rozwój przemysłu w naszym kraju i postępująca urbanizacja spowodowały nie spotykany dotychczas wzrost zapotrzebowania na wodę.

Również rozwijające się rolnictwo potrzebuje z roku na rok więcej wody. Dla gospodarstw rolnych ukierunkowanych głównie na hodowlę bydła, a więc i uprawę pasz, zielonek różnego rodzaju oraz na rozwój warzywnictwa odpowiednia ilość wody jest sprawą podstawową. Zapotrzebowanie na wodę rośnie w Polsce w postępie geometrycznym. Wzrost ten w latach 1960—1980 przedstawia tabela 2.

Tabela 2

Pobór wody przez przemysł, gospodarkę komunalną i rolnictwo

Użytkownik	L a t a						
	1960	1965		1970		1980*	
	mld m ³	mld m ³	% wzrostu	mld m ³	% wzrostu	mld m ³	% wzrostu
Przemysł	3,0	5,0	167	8,0	267	13,0	433
Gospodarka komunalna	0,9	1,1	122	1,5	167	2,7	300
Rolnictwo (nawodnienie)	0,8	1,3	163	2,5	313	6,4	800
Razem	4,7	7,4	157	12,0	255	22,1	470

* Pobór planowany.

Biorąc pod uwagę to, że zapotrzebowanie na wodę do 1980 roku wzrośnie w Polsce do ponad 22 mld m³, a zasoby wód dyspozycyjnych na rok suchy wynoszą u nas zaledwie ponad 23 mld m³, musimy dojść do wniosku, że bliskie są te lata, w których bilans wodny będzie bardzo napięty, a może nawet ujemny. Może to nastąpić w latach bardzo suchych.

3. ZBIORNIKI RETENCYJNE

Dla poprawy bilansu wodnego, zwłaszcza w latach suchych lub bardzo suchych, jedynym rozwiązaniem jest budowa zbiorników retencyjnych (wyrównawczych).

Do niedawna zbiorniki retencyjne odgrywały przede wszystkim rolę elementu ochrony przeciwpowodziowej, a także służyły do produkcji taniej energii elektrycznej. W okresie ogromnego wzrostu zapotrzebowania na wodę ich podstawowa rola sprowadza się do poprawy bilansu wodnego w określonych krajach.

Toteż w bieżącym stuleciu na całym świecie buduje się coraz więcej zbiorników retencyjnych. W Polsce wybudowano po wojnie kilkadziesiąt takich zbiorników o pojemności całkowitej² wynoszącej około 3 miliardów m³. Jednakże potrzeby w tym zakresie są o wiele większe i budowa zbiorników wyrównawczych zostanie zintensyfikowana w najbliższych latach.

² W zbiornikach retencyjnych rozróżnia się dwie pojemności: pojemność całkowitą, czyli brutto, i pojemność użytkową — netto. Pojemność całkowita składa się z pojemności netto (pojemności użytkowej i pojemności rezerwy powodziowej) oraz z pojemności martwej, niezbędnej w każdym zbiorniku do gromadzenia rumowiska spływającego z gór wraz z wodą.

4. RODZAJE WÓD

Rozróżniamy dwa zasadnicze rodzaje wód — **powierzchniowe i podziemne**³. Ponadto są jeszcze wody atmosferyczne, czyli opadowe.

Do wód powierzchniowych zaliczamy wszystkie wody znajdujące się w otwartych zbiornikach wodnych (rzekach, jeziorach, stawach, morzach i oceanach) i mające bezpośredni kontakt z atmosferą. Wody te nie nadają się do celów konsumpcyjnych z powodu nadmiernej koncentracji zanieczyszczeń. Przed użyciem ich do tych celów muszą być poddane skomplikowanym najczęściej procesom uzdatniania. Z wód powierzchniowych korzysta około 50% ludności miejskiej.

Wśród wód podziemnych⁴ rozróżniamy:

— **Wody płytkie** — w granicach od 0 do kilku metrów od powierzchni ziemi. Wydajność ich wynosi od kilku do kilkunastu metrów sześciennych na godzinę. Z reguły są w znacznym stopniu zanieczyszczone, przechodzą bowiem przez wąski pas filtra ziemnego posiadającego wiele zanieczyszczeń. Toteż wymagają uzdatniania, podobnie jak woda powierzchniowa.

— **Wody średnie**. Występują na głębokości od kilku do kilkudziesięciu metrów. W zasadzie są wolne od zanieczyszczeń. Nie podlegają również skażeniom promieniotwórczym. Wydajność eksploatacyjna tych wód dla jednego otworu — około 20—50 m³ na godzinę.

³ Poza tymi wodami są źródła naturalne, których wody w przeważającej części nadają się do użytku bez uzdatniania. Jednakże ich wydajność jest tak mała, że nie odgrywają one większej roli w procesie zaopatrywania miast i wsi w wodę.

⁴ Wody podziemne stanowią tylko niewielką część wód dyspozycyjnych. Są jednak korzystnym uzupełnieniem sieci wód powierzchniowych i mogą być szeroko wykorzystywane przez większe i mniejsze miasta. Większość tych wód (o lustrze poniżej kilkunastu metrów od powierzchni gruntu) nadaje się do użytku po minimalnym uzdatnieniu.

— Wody głębokie, inaczej wgłębne. Zalegają na głębokości od 50—200 i więcej metrów. Pozbawione są zanieczyszczeń organicznych. Ich wydajność znacznie przewyższa wydajność wód gruntowych średnich. Ale wiercenia na takiej głębokości, budowa studni i ich eksploatacja wymagają zaangażowania specjalistów, odpowiednich urządzeń i czasu. W razie wojny wiercenie studni awaryjnej byłoby więc bardzo utrudnione.

5. ZANIECZYSZCZENIE I OCHRONA WÓD

W myśl rozporządzenia ministra zdrowia i opieki społecznej z 16 listopada 1961 r.⁵ w sprawie warunków, jakim powinna odpowiadać woda do picia i potrzeb gospodarczych, woda nie może zawierać składników lub domieszek szkodliwych dla zdrowia, wywołujących ujemny wpływ na smak, zapach lub wygląd wody, bądź posiadać cech wskazujących na zanieczyszczenie.

Woda nie może zawierać żadnych bakterii chorobotwórczych lub większych ilości soli i gazów. Twardość wody konsumpcyjnej nie powinna przekraczać 20°n.

W wielu przypadkach woda może ulec naturalnemu zanieczyszczeniu, i to w takim stopniu, że nie będzie się nadawała do spożycia. Dlatego jest, zwłaszcza w ujęciach miejskich, systematycznie badana i uzdatnianą. Najczęściej jednak zanieczyszczenie wód występuje na skutek wpuszczenia do rzek lub innych źródeł wodnych nadmiernej ilości szkodliwych ścieków nie oczyszczonych bądź to z braku oczyszczalni w niektórych zakładach przemysłowych, bądź też z powodu karygodnego technicznego zaniedbania tych urządzeń.

⁵ Dziennik Ustaw, nr 59 z 1961 r., poz. 333

Pomimo że sprawa ta jest prawnie uregulowana w ustawie o ochronie wód przed zanieczyszczeniem⁶ oraz w wielu innych dokumentach, np. Prawie wodnym, to jednak nie zawsze i nie wszędzie przestrzegano obowiązujących przepisów.

Ostatnio na sprawę czystości wód w Polsce zwrócono szczególną uwagę w ramach ochrony środowiska naturalnego. Nakłady inwestycyjne na ochronę wód wyniosły w minionym pięcioleciu około 13 miliardów zł, co stanowi prawie 100-procentowy wzrost w porównaniu z wydatkami na ten cel w latach 1966—1970.

W najbliższym okresie potężne oczyszczalnie zbiorcze otrzymają: Kraków, Warszawa, Łódź, Częstochowa, Kielce, Poznań, Wrocław i inne miasta. W latach 1971—1975 ogółem przekazano do eksploatacji około 800 oczyszczalni ścieków komunalnych i przemysłowych o łącznej przepustowości 4200 tys. m³ na dobę. Oczywiście dla poprawy stanu naszych wód będą stosowane również inne działania, np. właściwa lokalizacja zakładów przemysłowych (lokalizacja zakładów chemicznych głównie w dolnym biegu Wisły i Odry), wprowadzanie nowych technologii w przemyśle (mniej wodochłonnych).

6. SZKODLIWE ODDZIAŁYWANIE BRONI MASOWEGO RAŻENIA NA ŹRÓDŁA WODY

W razie wojny wszystkie istniejące źródła wody⁷ i urządzenia wodociągowe nie zabezpieczone należyście

⁶ Dziennik Ustaw nr 5 z 1961 r. oraz Dziennik Ustaw nr 38 z 1974 r.

⁷ Przez źródła wody i urządzenia wodociągowe rozumie się: studnie szybowe (kopane); studnie wiercone (z zainstalowaną pompą ręczną lub głębinową), tzw. abisynki, studnie źródlane, ujęcia wód; stacje uzdatniania wód; zbiorniki wodne, zbiorniki wody czystej i sieć wodociagową.

mogą być skażone substancjami promieniotwórczymi lub chemicznymi albo zakażone bojowymi środkami biologicznymi.

Broń jądrowa, której wybuchowi towarzyszą: powietrzna fala uderzeniowa, promieniowanie cieplne i promieniowanie przenikliwe, może nie tylko skażać źródła wody, ale również zniszczyć je silnym nadciśnieniem powietrznej fali uderzeniowej oraz licznymi pożarami, powstającymi przede wszystkim na skutek promieniowania cieplnego.

Skażenie promieniotwórcze źródeł wody może nastąpić w wyniku: przedostania się ścieków do wody czystej z zakładów przerabiających rudy radioaktywne albo wykorzystujących do celów produkcyjnych energię jądrową; nieodpowiedniego zabezpieczenia źródeł wody w zakładach naukowo-badawczych i leczniczych stosujących izotopy promieniotwórcze; bezpośredniego skażenia wody wskutek eksplozji ładunku jądrowego; opadu pyłu promieniotwórczego z chmury powstałej po wybuchu; spłukiwania pyłu promieniotwórczego z powierzchni ziemi; przenikania substancji promieniotwórczych do płytkich warstw wodonośnych wraz ze ściekającą wodą deszczową itp. Zwiększoną aktywność po wybuchach jądrowych będą wykazywały wody opadowe i w pewnym stopniu wody powierzchniowe, których zabezpieczenie przed opadem pyłu promieniotwórczego nie jest możliwe. Wody podziemne natomiast, zwłaszcza średnie i głębokie, nie będą narażone na skażenia promieniotwórcze. Pył promieniotwórczy, rozprzestrzeniający się w środowisku glebowym bardzo powoli, zostanie zatrzymany przez górną warstwę ziemi.

Szybkość przenikania nuklidów przez glebę jest różna, niejednolita. Substancje promieniotwórcze będą stosunkowo szybko przedostawały się w głąb ziemi,

a więc do płytkich wód podziemnych, przez wszelkiego rodzaju szczeliny i otwory podziemne oraz złoża żwirowe i piaskowe. Będą to jednak przypadki raczej rzadkie.

Spośród wód powierzchniowych najbardziej zagrożone są rzeki, stawy, jeziora, zbiorniki wyrównawcze — podstawowe źródła wody dla wodociągów największych miast w Polsce. Szybkość rozprzestrzeniania się skażenia w rzekach jest zależna przede wszystkim od prędkości nurtu rzecznoego oraz od stanu regulacji koryta rzecznoego. Na przykład przy wysokiej wodzie w Wiśle fala skażonej wody z Krakowa do Warszawy będzie przemieszczała się około 3—4 dni, a przy niskim stanie wody od 6—8 dni.

W okresie przepływu fali wód skażonych trzeba będzie albo zatrzymać pracę wodociągów na pewien określony czas (zwłaszcza przez pierwszą dobę po wybuchu jądrowym i skażeniu wody), albo zaopatrywać je w wodę ze studni brzegowych — infiltracyjnych, specjalnie przygotowanych na ten okres. Ludność może też zaopatrywać się w wodę ze studni publicznych i przygotowanych zbiorników wody czystej.

Skażenie chemiczne następuje w wyniku użycia bojowych środków trujących (BST), które mogą być przenoszone przez lotnicze bomby chemiczne, artyleryjskie pociski chemiczne lub lotnicze przyrządy wylewcze itp. Mniejsze źródła wody — miejskie lub wiejskie wodociągi, studnie publiczne, zbiorniki wody uzdatnionej — mogą być również skażone bojowymi środkami trującymi przez dywersantów. Bojowe środki trujące, a także inne zanieczyszczenia chemiczne szczególnie zagrażają wodom powierzchniowym, choć w ostatnich latach daje się zaobserwować również wzrost zanie-

czyszczeń chemicznych w wodach płytkich, sięgających od 5—8 m w głąb⁸.

W czasie pokoju wodom powierzchniowym i w niewielkim stopniu podziemnym, zwłaszcza płytkim, zagraża zanieczyszczenie chemiczne powodowane odprowadzaniem ścieków przemysłowych i komunalnych oraz chemizacją rolnictwa.

W okresie wojny zanieczyszczenie to znacznie wzrosło na skutek zniszczenia oczyszczalni oraz zastosowania przez nieprzyjaciela broni chemicznej. Dla określenia skuteczności procesów oczyszczania wody pitnej zarówno w czasie pokoju, jak i podczas wojny ustalono normy maksymalnego dopuszczalnego stężenia skażeń (zanieczyszczeń chemicznych) w wodzie. Według tych norm picie wody zanieczyszczonej w granicach maksymalnie dopuszczalnych stężeń nie powoduje zagrożenia dla zdrowia człowieka, nawet przy założeniu, że będzie on taką wodę pił przez pewien czas.

W tabeli 3 są przedstawione dopuszczalne stężenia związków trujących w wodzie do picia w czasie wojny — przyjęte w roku 1969 jako normy tymczasowe.

W razie zastosowania środków trujących nie objętych tabelą 3 przyjmuje się normy obowiązujące w czasie pokoju⁹.

Zakażenia biologiczne (BSB) stanowią duże niebezpieczeństwo dla zdrowia oraz życia człowieka. Źródła wodne są najłatwiejszą drogą rozprzestrzeniania zakażeń biologicznych.

⁸ Podkreślenia wymaga fakt, że od kilkudziesięciu lat obserwuje się coraz silniejsze zanieczyszczenie wód — zwłaszcza powierzchniowych — związkami chemicznymi. Następuje wysokie zasolenie wód oraz wyraźny wzrost związków organicznych (detergenty, pestycydy, produkty przeróbki naftowej).

⁹ Rozporządzenie ministra zdrowia i opieki społecznej z 16 listopada 1961 r. (Dz. Ust. nr 59/61, poz. 333).

Tabela 3

Dopuszczalne stężenia związków trujących w wodzie w okresie wojny

Rodzaj związków trujących	Woda do picia	
	przez 1 dobę	przez 10 dób
V-gazy	0,0003 mg/dm ³	0,0001 mg/dm ³
Soman	0,0004 mg/dm ³	0,00018 mg/dm ³
Sarin	0,003 mg/dm ³	0,0015 mg/dm ³
Luizyt	—	0,006 mg/dm ³
Iperyt siarkowy	0,015 mg/dm ³	0,0075 mg/dm ³
Iperyt azotowy	— 0,005	0,005 mg/dm ³
Cyjanki	—	0,02 mg/dm ³
Alkaloidy	—	0,01—0,05 mg/dm ³
Sole metali ciężkich	—	0,01—0,005 mg/dm ³

Choroby powodowane zakażeniami biologicznymi (bakteriologicznymi) są poważnym problemem na wielu kontynentach. Jednakże w czasie pokoju o wiele łatwiej można zapobiec ich rozwojowi przez odpowiednią dezynfekcję wody i szczepienia ochronne. W czasie wojny natomiast sposoby te z reguły działają ze znacznym ograniczeniem ze względu na osłabioną odporność organizmów ludzkich. W tych warunkach nawet małe ilości drobnoustrojów spożyte z wodą mogą spowodować choroby zakaźne o szerokim zasięgu.

Poza tym dawki BST w czasie wojny mogą być o wiele wyższe od przypadków znanych z okresu pokoju, a zarazki mogą być specjalnie uodpornione na działanie środowiska zewnętrznego (temperatury, środków dezynfekcyjnych itp.), czyli będą żywotniejsze i zjadliwsze.

Drobnoustrojami, których bez większych trudności można użyć do zakażenia źródeł wody, są przede wszystkim:

— Cholera — jej bakterie (przecinkowce) mogą utrzymywać żywotność w wodzie około 30 dni, okres

ich wylegania waha się od kilku godzin do kilku dni. Cholera jest chorobą łatwo przenoszoną z jednej osoby na drugą przez spożywanie wody, środków żywnościowych itp. Śmiertelność zakażonych może sięgać do 50%.

— **Żółta czka zakaźna** — jest wyjątkowo odporna na działanie czynników zewnętrznych. Jej wirus zachowuje wysoką zjadliwość przy różnych temperaturach (od -60 do $+60^{\circ}$). Niektóre środki dezynfekcyjne działają na wirusy żółtaczki w sposób bardzo mało skuteczny.

— **Dur brzuszny** — choroba znana od wieków, powodowała masowe epidemie do czasu wynalezienia odpowiednich szczepionek i wprowadzenia masowych szczepień. Pałeczka duru brzusznego ze względu na swą wysoką zjadliwość może w pełni być zastosowana do zakażenia wody.

Prócz wymienionych chorób zakaźnych jest wiele innych, znanych bądź nie znanych szerszemu ogółowi, chorób, których zarazki mogą być użyte do zakażenia źródeł wodnych.

7. ZASADY OKREŚLANIA SKAŻEŃ I ZAKAŻEŃ WODY

Wykrywanie skażenia wody substancjami promieniotwórczymi i bojowymi środkami trującymi oraz określanie stopnia jej skażenia będzie zadaniem specjalnych pododdziałów rozpoznania¹⁰, organizowanych w zasadzie przez wszystkie terenowe komitety obrony. Będą to grupy ludzi specjalnie przeszkolonych i wy-

¹⁰ Wymienione oddziały (drużyny) będą w zasadzie działały w ramach tzw. Służby Pomiarów Skażeń Promieniotwórczych, niezależnie od tego, przez jaki resort lub instytucję terenową zostaną zorganizowane. Również w ramach TOS i ZOS będą działały posterunki obserwacyjne określające parametry wybuchów jądrowych i skażeń.

posażonych w sprzęt do wykrywania skażenia promieniotwórczego i chemicznego.

Pododdziały te będą przeprowadzały systematyczne badania przede wszystkim lokalnych wód powierzchniowych, a także określonych źródeł wód podziemnych w pewnych odstępach czasu, głównie w rejonie przesuwania się chmury promieniotwórczej, lub w wypadku uzyskania odpowiednich informacji od ludności.

Wodociągi miejskie będą w zasadzie dysponowały własną służbą zakładowego oddziału samoobrony, zaopatrzoną w odpowiednie przyrządy dozymetryczne (zwłaszcza radiometry) i przyrządy rozpoznania chemicznego.

Udzielenie pomocy wspomnianym pododdziałom będzie obowiązkiem ludności miejscowej, a przede wszystkim posterunków obserwacyjnych działających w ramach terenowych oddziałów samoobrony. Oddziały te powinny natychmiast sygnalizować pojawienie się pewnych symptomów skażenia, do których można zaliczyć:

1. Nienormalny zapach wody (woda zatruta iperytem ma zapach musztardy lub czosnku, a kwasem cyjanowodorowym — zapach gorzkich migdałów). Intensywność zapachu jest oznaczana stopniami: 0° oznacza zapach nijaki, 1° — bardzo słaby (mało wyczuwalny), 2° — słaby, 3° — znaczny (powoduje niechęć do picia), 4° — wyraźny (powoduje wstręt do picia), 5° — bardzo silny (woda nie nadaje się do picia).

2. Odmienny smak wody (w stosunku do poprzedniego).

3. Wypływanie na powierzchnię wody zatrutych ryb, żab.

4. Pojawienie się tłustych plam na powierzchni wody lub na dnie.

Wymienione symptomy nie mogą jednak stanowić podstawy do określenia skażeń i zakażeń wody. Dopiero przez dokładniejsze badania, np. za pomocą aparatury dozymetrycznej lub metod spektrograficznych i chromatograficznych, a także innych można określić w sposób niezawodny skażenie i zakażenie wody.

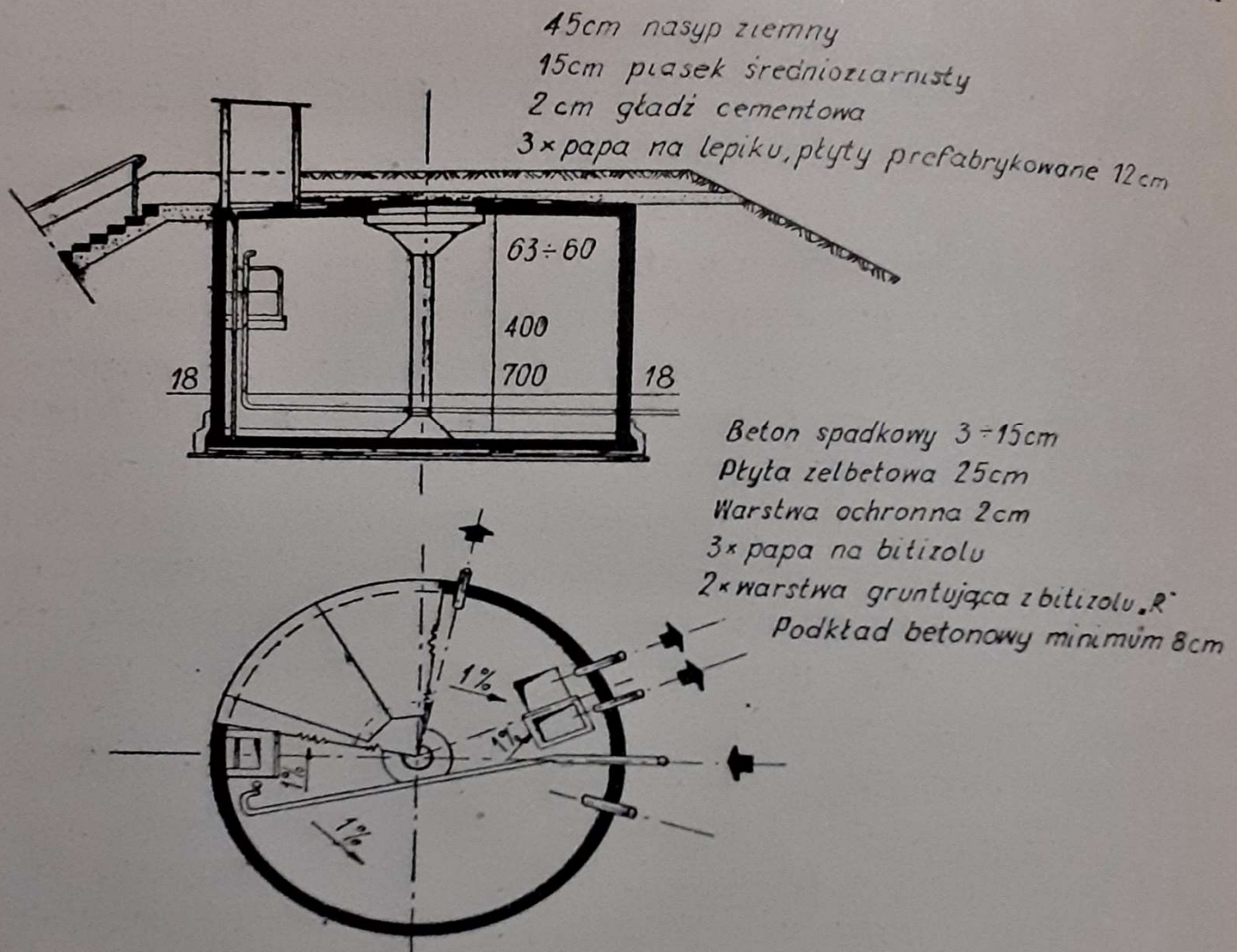
8. ZABEZPIECZENIE ŹRÓDEŁ WODY PRZED SKAŻENIEM I ZAKAŻENIEM

Źródła wodne są nie tylko narażone na skażenia i zakażenia, ale również na niszczące działanie powietrznej fali uderzeniowej i promieniowania cieplnego. Rzecz jasna, że ochrona źródeł wody, a szczególnie obiektów naziemnych, przed silnym nadciśnieniem, jakie wywołuje powietrzna fala uderzeniowa, sięgającym od kilku do kilkunastu atmosfer, jest w zasadzie niemożliwa — zwłaszcza w I strefie rejonu porażenia. Niemniej jednak można i trzeba szczególnie ważne obiekty, zlokalizowane na niewielkiej przestrzeni, odpowiednio zabezpieczyć. Zabezpieczenie źródeł wodnych przed niszczącym działaniem fali uderzeniowej jest niezmiernie pracochłonne i dlatego w zasadzie powinno być wykonywane w okresie pokoju, ściślej mówiąc, w toku budowy lub modernizacji (remontu) obiektów.

A) OBIEKTY WODOCIĄGOWE I ZBIORNIKI W SYSTEMIE WODOCIĄGOWYM

W systemie wodociągowym do obiektów najbardziej czułych, stanowiących zarazem podstawową rezerwę wody, należą zbiorniki wody czystej. Zbiorniki te powinny być zabezpieczone przed działaniem fali ude-

rzeniowej. Najlepszym rozwiązaniem jest obsypanie zbiornika ziemią. Warstwa ziemi na zbiorniku powinna mieć grubość do 80 cm (zależnie od wytrzymałości stropu), a skarpa boczna — wymiary 1 : 1,5, co oznacza że podstawa skarpy (nasypu ziemnego) powinna wynosić co najmniej 1,5 wysokości zbiornika (rys. 2). Taka



Rys. 2. Obudowany zbiornik na wodę czystą

pochyłość nasypu może zabezpieczyć zbiornik wody czystej przed zniszczeniem przez podmuch powietrznej fali uderzeniowej (w określonej odległości od epicentrum wybuchu), a także przed działaniem bomb (pocisków) klasycznych.

Drugim bardzo ważnym obiektem jest budynek pompowni. Jednym ze sposobów zabezpieczenia jest za-

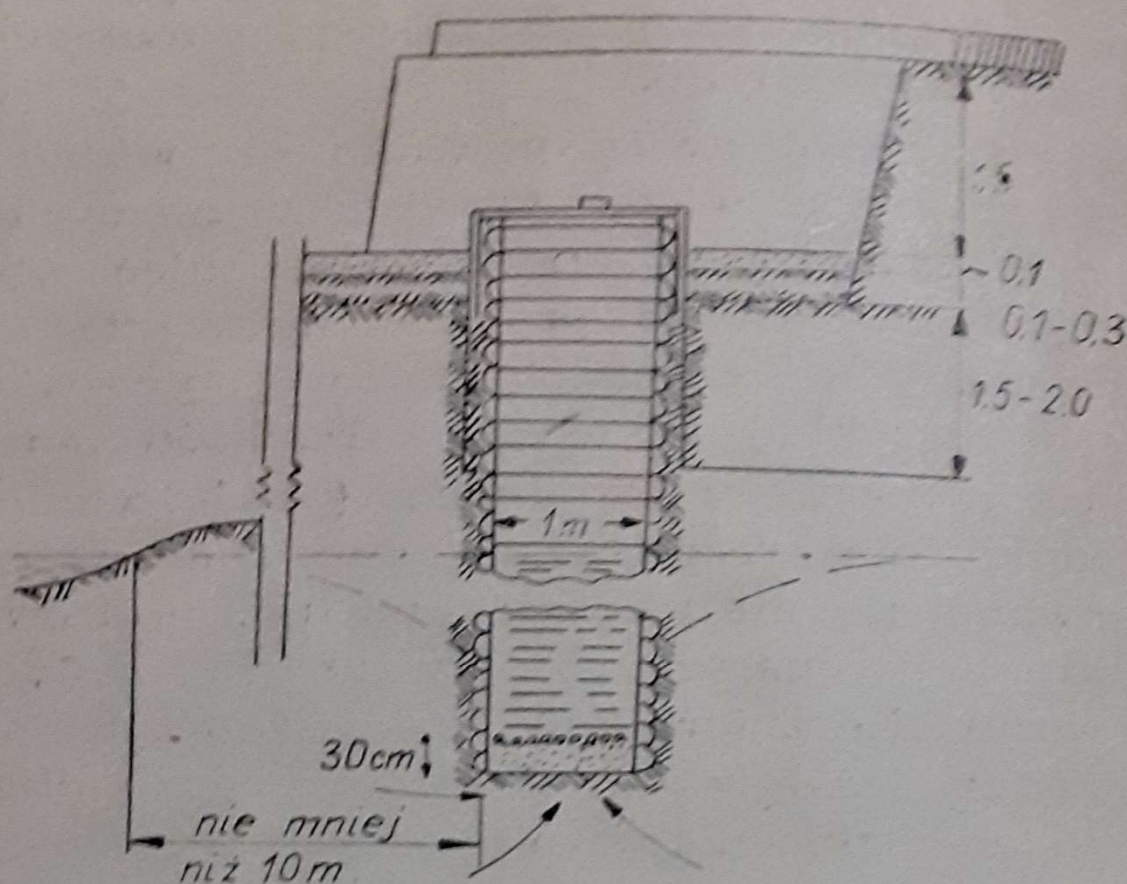
głębień go w ziemi, a poza tym na czas wojny powinien on być obwałowany ziemią lub workami z piaskiem. Wszelkie otwory w takich obiektach muszą być dokładnie uszczelnione workami z piaskiem lub tkaninami impregnowanymi.

Najwięcej jednak uwagi powinno się poświęcić zabezpieczeniu źródeł wody przed skażeniem (zakażeniem). Jeżeli chodzi o zabezpieczenie ujęć wód powierzchniowych, jest to problem niezwykle trudny, chociaż w naszych warunkach możliwy do rozwiązania. Istnieje na przykład w wielu wypadkach możliwość przykrycia zbiorników wodnych (powierzchniowych) odpowiednią folią rozpiętą od brzegu do brzegu na przygotowanej (lekkiej) konstrukcji (np. na drewnianej lub sznurowej) opartej na pływakach. Dotyczy to przede wszystkim zbiorników rozmieszczonych w terenach górskich (jeżeli w tym okresie nie będzie ulewnych deszczów) oraz zbiorników mniejszych sztucznie przygotowanych: na wsi do pojenia bydła, we wszystkich zbiornikach przeciwpożarowych i basenach kąpielowych.

Jeżeli zabezpieczenie zbiorników nie jest możliwe, najlepiej wówczas zrezygnować z korzystania ze skażonej wody w okresie przynajmniej jednego lub kilku dni, dopóki skażenie wody w zbiorniku nie zmniejszy się do dopuszczalnych norm. Gdyby natomiast nie było możliwości zaopatrzenia ludności w wodę ze źródeł nie skażonych, to skażoną wodę ze zbiorników otwartych należy poddać dekontaminacji przed jej spożyciem.

Ważną sprawą jest również zamontowanie filtrów przeciwpyłowych w wentylacyjnych otworach zbiorników wody czystej oraz utrzymywanie bieżącej ochrony sanitarnej źródeł wody. Ochrona ta polega na stwo-

rzeniu pewnych stref ochronnych¹¹, które otaczając źródła poboru wody, w znacznym stopniu zabezpieczają je przed zanieczyszczeniem.



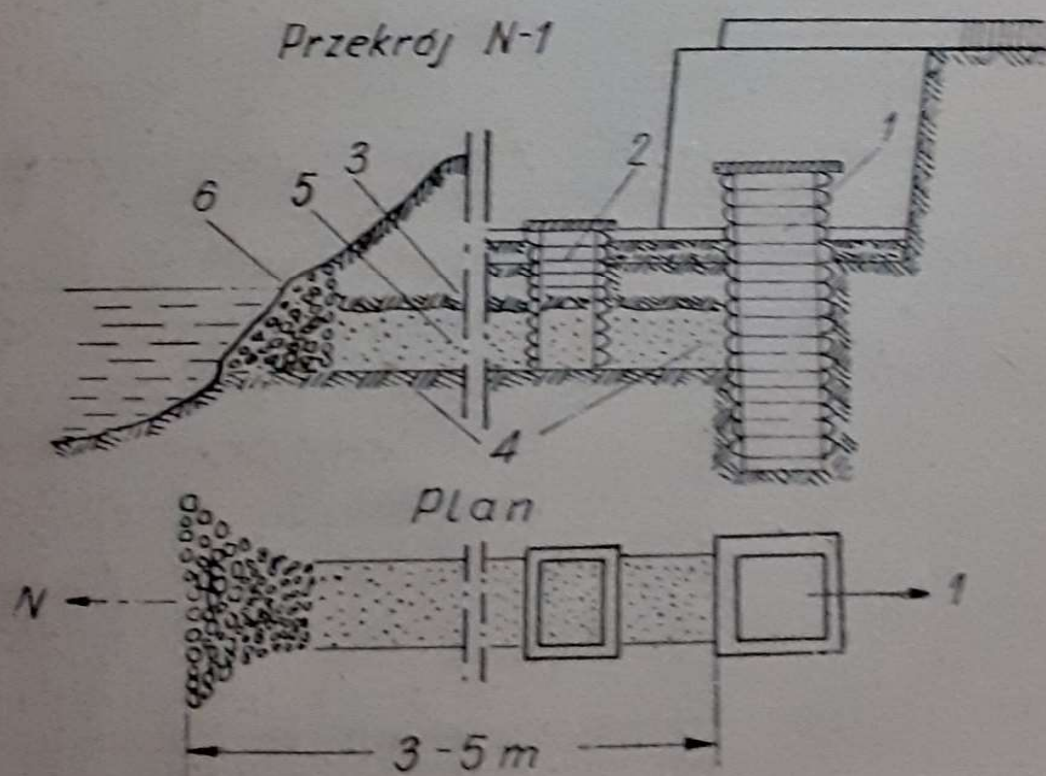
Rys. 3. Studnia brzegowa w gruncie przepuszczalnym

W ujęciach powierzchniowych, których nie można zabezpieczyć (ujęcie rzeczne lub ujęcie w dużym zbiorniku wodnym itp.), stosuje się studnie brzegowe — infiltracyjne (rys. 3, 4). Skazona woda z wymienionych ujęć będzie poddana filtracji w studniach infiltracyjnych, zanim zostanie skierowana do urządzeń wodociągowych lub inaczej wykorzystana.

¹¹ Obszar ochronny otaczający źródło poboru wody przeznaczonej dla masowego konsumenta dzieli się na 2 strefy: strefę ochrony bezpośredniej oraz strefę ochrony pośredniej. W strefie pierwszej zabrania się przebywania osób nie zatrudnionych w obiekcie, w strefie drugiej — która obejmuje źródła i dopływy — użytkowanie terenu musi być uzgodnione z Państwową Inspekcją Sanitarną. Przewiduje się wprowadzenie — w najbliższym czasie — trzech stref ochronnych, a mianowicie: strefy ochrony biologicznej, strefy ochrony chemicznej oraz strefy ochrony zasobów.

W gruncie nieprzepuszczalnym studnię infiltracyjną kopujemy w odległości 3—5 m od linii brzegu i łączymy ją z wodą tunelem filtracyjnym. Następnie tunel wypełnia się żwirem lub piaskiem. Następnie tunel wykonujemy albo aktywowanym, który umieszcza się w specjalnej studziencie. W gruncie przepuszczalnym szyb takiej studni wykonujemy w odległości 10 i więcej metrów od linii brzegowej. Ściany studni brzegowych wzmocnia się okrągłakami lub żerdziami. Na dno nasypuje się warstwę piasku (około 25 cm), a następnie taką samą warstwę żwiru. Teren wokół studni oraz cembrowinę zabezpiecza się na ogólnych zasadach.

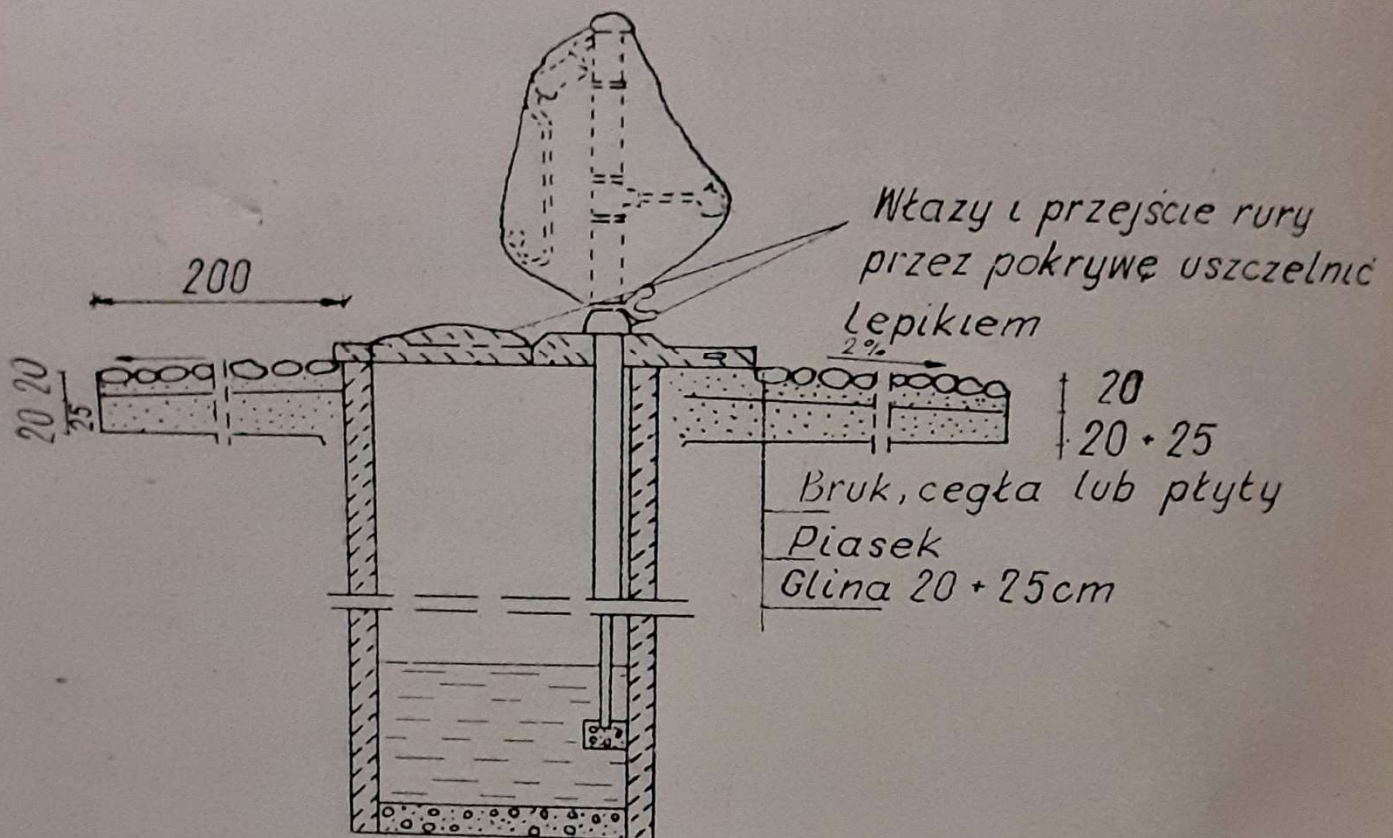
Wszystkie obiekty wchodzące w skład systemu urządzeń wodociągowych, wszystkie ujęcia wody oraz studnie publiczne w mieście i na wsi, a także różnego rodzaju zbiorniki wodne, których wody mogą być wykorzystane do celów konsumpcyjnych w czasie pokoju, a przede wszystkim w okresie zagrożenia i wojny, powinny być odpowiednio strzeżone przed działalnością dywersyjną.



Rys. 4. Studnia brzegowa w gruncie nieprzepuszczalnym:
 1 — studnia brzegowa; 2 — studzienka pośrednia wypełniona węglem
 drzewnym; 3 — rów; 4 — żwir; 5 — piasek; 6 — narzut kamienny

B) STUDNIE SZYBOWE (KOPANE)

Studnie szybowe (kopane) ¹² są obecnie podstawowym źródłem zaopatrzenia w wodę ludności wiejskiej, a niekiedy również ludności osiedli oraz małych miast. Podczas wojny studnie te będą eksploatowane w pierwszej kolejności, ponieważ są uniezależnione od energii elektrycznej.



Rys. 5. Zabezpieczenie studni kopanej przed sływem wód atmosferycznych

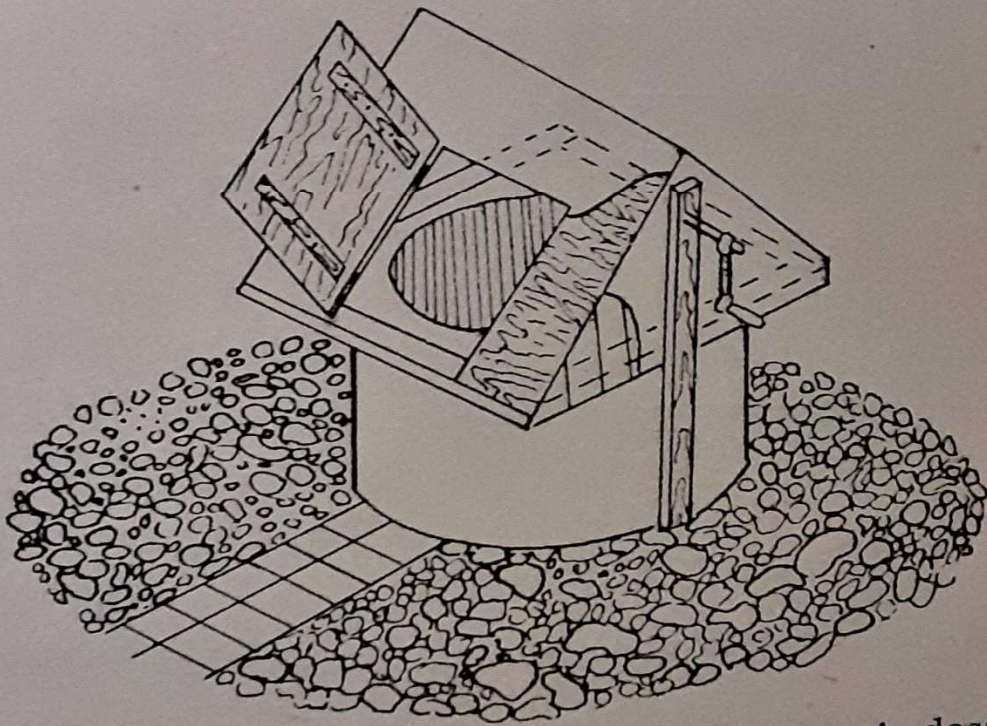
Koszt zabezpieczenia ich przed skażeniami i zakażeniami jest stosunkowo niewysoki, tym bardziej że takie zabezpieczenie jest niezbędne również w okresie pokoju i w rzeczywistości w wielu przypadkach jest dzisiaj stosowane. Dotyczy to głównie przykrycia studni daszkiem lub pokrywą umieszczoną na cembrowinie naziemnej. Przykrycie to w okresie pokoju jest

¹² W ogólnej liczbie studni wiejskich w Polsce (ponad 2,7 miliona) studnie szybowe (kopane) stanowią około 95,4%, a studnie wiercone i abisyńki zaledwie 4,6%. Najwięcej studni kopanych jest w woj. białostockim i kieleckim (około 99%), a najmniej w woj. zielonogórskim (około 74%).

niezbędne dla ochrony wody studziennej przed opadami pyłów i dostawaniem się z powietrza milionów różnych bakterii, często silnie zakażających wodę.

Dobrze zabezpieczone i chronione źródła poboru wody w okresie zagrożenia i wojny mogą uchronić wielu ludzi przed groźnymi chorobami, a nierzadko i przed śmiercią.

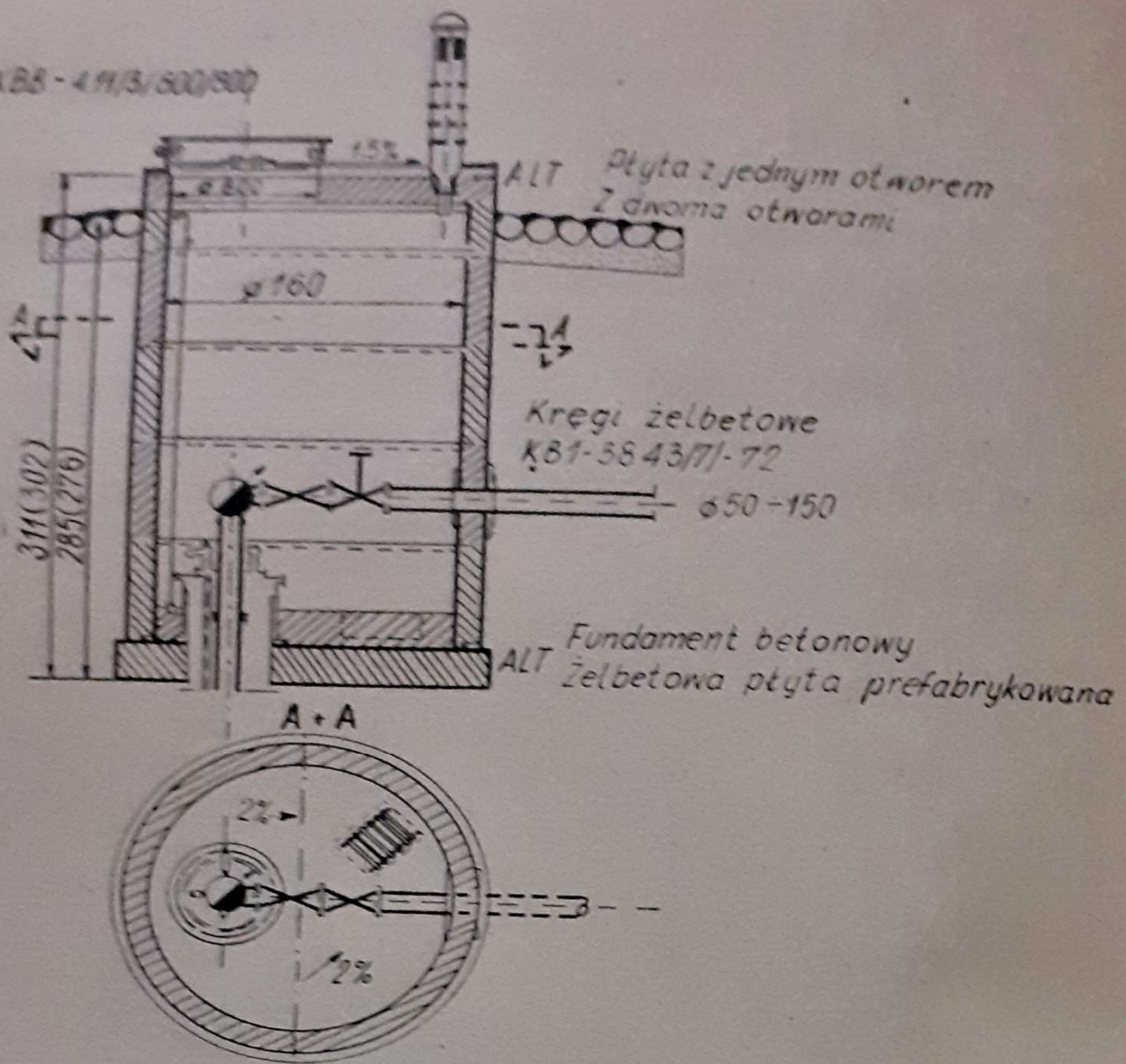
W wielu przypadkach korzystne jest przykrycie studni kopanej betonową płytą i zmontowanie na niej ręcznej pompy do czerpania wody. Taka studnia w cza-



Rys. 6. Zabezpieczenie studni obudowanej daszkiem sie pokoju jest w pełni zabezpieczona przed zanieczyszczeniem, a w razie zagrożenia lub wojny wystarczy ochronić ją odpowiednimi kapturami lub owinać nieprzepuszczalną tkaniną.

Przykłady zabezpieczenia źródeł wody przedstawione zostały na rysunkach 5, 6 i 7.

Studnie kopane powinny być również zabezpieczone przed wpływem wód powierzchniowych — głównie wód z opadów atmosferycznych. Zabieg ten jest niezbędny także w czasie pokoju. W tym celu wykonuje się wokół studni utwardzoną powierzchnię ze spa-



Rys. 7. Obudowa studni wierzonej z kęgów żelbetowych
 $\varnothing 160$ cm

dkiem na zewnątrz. Utwardzenie to może być z zaprawy cementowej, płytek cementowych lub cegieł. Mogą to być również kamienie, ułożone na warstwie ubitej gliny. Głębokość gliny nie mniejsza niż 0,5 metra w promieniu około 1,5—2 metrów od obwodu szybu studni. Ujęcia wód źródłanych zabezpiecza się w podobny sposób jak studnie kopane. Polega to na tym, że źródło bijące lub spływające ujmujemy w odpowiednią obudowę w ten sposób, aby można było stosunkowo łatwo czerpać wodę i aby jednocześnie źródło było chronione przed zanieczyszczeniem, zatruciem i skażeniem. Źródła naturalne można obudować w różny sposób i różnymi

materiałami. Mogą to być: krąg betonowy, okrągłaki, deski, beczka bez dna itp. Chodzi głównie o to, aby zamknąć wszelki dostęp do źródła wody dywersantom oraz nie dopuścić do wszelkiego rodzaju zanieczyszczeń z atmosfery. Zanieczyszczenia te mogą bowiem spowodować liczne choroby, a nierzadko i zejścia śmiertelne.

Studnie kopane powinny być poddawane co pewien czas zabiegom konserwacyjnym, polegającym głównie na uszczelnieniu obudowy. Dotyczy to zwłaszcza studni obmurowanych kamieniem, a także studni z kręgów cementowych (uszczelnienie na połączeniu kręgów).

Studnie kopane powinny być poddawane okresowemu oczyszczaniu i dezynfekcji. W zasadzie powinno się je oczyszczać i dezynfekować co najmniej raz na pół roku lub raz do roku, jeżeli woda jest mniej zanieczyszczona. Dezynfekcję poza tym przeprowadza się po wszelkich naprawach wewnątrz studni, w razie przypadkowego zanieczyszczenia lub pojawienia się w pobliskim rejonie choroby zakaźnej.

Czyszczenie studni polega na wyczerpaniu z niej wody, usunięciu z dna mułu i zanieczyszczonego żwiru, nasypaniu na jego miejsce warstwy przepłukanego piasku i żwiru (przynajmniej 25 cm grubości).

Następnie powinno się wyszorować cembrowinę roztworem wapna chlorowanego w stężeniu 120 mg na 1 litr wody (120 g na 1 m³). Po wypełnieniu studni wodą do stałego poziomu zalewa się ją rozpuszczonym wapnem chlorowanym w ilości od 60—120 g na 1 m³ wody w studni, w zależności od stopnia zanieczyszczenia. Rozczyn wapna chlorowanego powinno się dokładnie wymieszać z wodą studzienną. Po 24 godzinach ponownie wylewa się wodę ze studni. W niektórych przypadkach, jeśli woda będzie nadal miała zbyt silny zapach chloru, trzeba ją wylać po raz drugi.

9. PODSTAWOWE SPOSOBY UZDATNIANIA WÓD SKAŻONYCH I ZAKAŻONYCH

Wszystkie wody dostarczane przez systemy wodociągowe¹³ są uzdatniane. Technologia procesów uzdatniania uzależniona jest przede wszystkim od jakości ujmowanych wód surowych i wymogów sanitarno-higienicznych stawianych wodzie konsumpcyjnej.

Większość wodociągów jest oparta na podstawowym systemie uzdatniania wody, tj. odżelazianiu i odmanganianiu. Procesy te mogą być w różnym stopniu i z różnymi wynikami stosowane do odkażania i dezaktywacji wód skażonych (zakażonych).

Jedną z metod uzdatniania wody jest koagulacja. Jest to proces fizykochemiczny zachodzący w wodzie zanieczyszczonej lub skażonej (zakażonej) pod wpływem dodania do niej odczynników chemicznych, zwanych koagulantami. W wyniku tego procesu na dnie zbiornika gromadzą się kłaczkowate zawiesiny, zatrzymujące wszelkie zanieczyszczenia — włącznie z izotopami promieniotwórczymi. Powstanie kłaczkowatej zawiesiny tłumaczy się działaniem sił elektrostatycznych w cząstkach koloidalnych. Ponieważ naturalne cząsteczki koloidalne w wodzie mają ładunki ujemne, wprowadzenie środków chemicznych o ładunku do-

¹³ Wodociąg to zespół budowli i urządzeń doprowadzających wodę użytkowaną do miejsca odbioru. Nowoczesne wodociągi przeważnie składają się z następujących obiektów: ujęć wody (powierzchniowej lub wstępnej), pompowni I stopnia, stacji uzdatniania wody, zbiorników koagulacyjnych, filtrów powolnych, pośpiesznych i innych, zbiornika wyrównawczego, pompowni II stopnia, zbiorników wody czystej, przewodów tłocznych i miejskiej sieci rozdzielczej. Typowe, najczęściej spotykane układy przedstawiają załączniki 5, 6, 7 i 8. Poza tym mogą być stosowane: koagulacja, filtracja, wymiana jonowa, elektrodializa, destylacja i inne.

datnim powoduje wzajemną neutralizację sił elektrostatycznych.

Mankamentem koagulacji jest konieczność usuwania (dość uciążliwego) osadu promieniotwórczego i gromadzenia go w odpowiednio zabezpieczonym miejscu.

Korzystne wyniki uzyskuje się przy usuwaniu z wody metodą koagulacji (solami glinu lub żelaza) klasycznych środków trujących (iperytu, luizytu). O wiele gorsze natomiast wyniki uzyskuje się przy usuwaniu z wody nowszych środków trujących, a zwłaszcza związków fosforoorganicznych (zał. 1).

W razie zakażenia wody środkami biologicznymi koagulacja powinna być poprzedzona wstępnym chlorowaniem lub ozonowaniem. Z badań przeprowadzonych w Instytucie Gospodarki Komunalnej w Poznaniu wynika, że wstępna dezynfekcja i koagulacja w ciągu 15 minut redukuje liczbę drobnoustrojów od 60 do 99%.

Takie efekty w odniesieniu do wody zakażonej można uzyskać pod warunkiem, że w wodzie nie będzie substancji białkowych i że nie będzie ona zbyt zakwaszona. Poza tym proces koagulacji nie daje należytych rezultatów w przypadku zakażenia wody toksynami bakteryjnymi.

Podstawowym elementem procesu uzdatniania (oczyszczania) wody jest filtrowanie. Polega ono na przepuszczeniu wody przez warstwę materiału filtrującego, w wyniku czego woda ta zostaje pozbawiona kłaczków z koagulacji (część ich przedostaje się do filtrów). Masą filtracyjną mogą być: piasek o odpowiednim uziarnieniu, węgiel aktywowany lub sulfanowy, antracyt lub odpowiednie tworzywa sztuczne. Filtry stacjonarne (wodociągowe) są przystosowane do pracy cyklicznej pod warunkiem systematycznego usuwania z nich zanieczyszczeń przez płukanie ich w odwrotnym

kierunku strumieniem wody czystej. Filtry wodociągowe dzieli się na powolne i pośpieszne¹⁴.

Zarówno filtry powolne, jak i pośpieszne na ogół korzystnie oddziałują na dekontaminację¹⁵ wód skażonych (zał. 2). Do dezaktywacji wody szczególnie przydatne są filtry powolne. Oczyszczanie wody za pomocą filtrów powolnych polega na:

- oddzieleniu z wody zawiesin;
- biochemicznych przemianach zachodzących w czasie przepływu wody przez złożę, w którym znajdują się bakterie (błona biologiczna).

W wyniku takiego działania zarówno pył promieniotwórczy pozostały po koagulacji w postaci zawiesin, jak i radioizotopy zostają zatrzymane przez złoża filtracyjne i asymilowane przez mikroorganizmy zawarte w błonie biologicznej.

Niektóre radioizotopy nie są skutecznie zredukowane przez mikroorganizmy (zał. 3), nie ma to jednak większego znaczenia, gdyż izotopy te występują po wybuchu jądrowym w bardzo małych ilościach (zaledwie około 1%).

Na filtrach pośpiesznych, które nie posiadają błony

¹⁴ W filtrach powolnych właściwą warstwę filtracyjną, grubości od 60 do 120 cm, stanowi piasek kwarcowy o średnicy ziaren od 0,25—0,40 mm. Uzdatnienie złoża jest uwarunkowane jakością wody surowej. Prędkość filtracji w filtrach powolnych wynosi od 0,1 do 0,2 m/h. Filtry pośpieszne mogą być otwarte i zamknięte — tak zwane ciśnieniowe. Złożę filtracyjne w filtrach otwartych stanowi piasek kwarcowy o średnicy ziaren od 0,35 do 0,6 mm. Prędkość filtracji 3—7,5 m/h. W filtrach pośpiesznych zamkniętych średnica ziaren piasku wynosi od 0,35 do 1 mm, a prędkość filtracji od 5 do 12 m/h.

¹⁵ Dekontaminacja oznacza usuwanie z wody substancji promieniotwórczych rozpuszczalnych lub w postaci zawiesin. Skuteczność dekontaminacji określona jest stopniem dekontaminacji, tj. stosunkiem promieniotwórczości wody skażonej do promieniotwórczości wody zdekontaminowanej, lub współczynnikiem dekontaminacji będącym odwrotnością stopnia dekontaminacji.

biologicznej, efektywność dezaktywacji wody będzie o wiele niższa, choć może być zwiększona przez zastosowanie odpowiedniego materiału filtracyjnego (węgla aktywowanego, węgla drzewnego, antracytu, piasku kwarcowego). Wadą tych filtrów jest również to, że cykl ich działania efektywnego wynosi zaledwie kilka do kilkunastu godzin.

Filtracja stanowi również niezbędny element procesu oczyszczania wody skażonej środkami trującymi — oczywiście po uprzednim jej przechlorowaniu i koagulacji. Najlepsze wyniki w tym przypadku daje podłoże filtracyjne z węgla aktywowanego.

Oczyszczanie wody zakażonej na filtrach, a zwłaszcza na filtrach pośpiesznych (obecnie najczęściej stosowanych) nie daje z reguły pozytywnych rezultatów.

Filtry oczyszczają wodę z drobnoustrojów tylko częściowo, a w razie zakażenia wody toksynami bakteryjnymi filtrowanie w zasadzie nie ma wpływu na ich zmniejszenie. W tym przypadku o wiele skuteczniejsze działanie ma dezynfekcja¹⁶, do której w warunkach pokojowych używa się związków chloru lub chloru gazowego.

Podsumowując dotychczasowe rozważania, trzeba stwierdzić, że skażenie (zakażenie) źródeł wody pitnej

¹⁶ Dezynfekcja jest to unieszkodliwianie drobnoustrojów chorobotwórczych i zubożnianie toksyn. Przeprowadza się ją sposobami: chemicznym, fizycznym i biologicznym. Sposób chemiczny polega na unieszkodliwianiu drobnoustrojów chorobotwórczych i toksyn za pomocą odpowiednich substancji chemicznych. Sposób fizyczny to unieszkodliwianie drobnoustrojów chorobotwórczych wysoką temperaturą (woda, para, promienie ultrafioletowe itp.). Zubożnianie niektórych toksyn bakteryjnych wymaga długotrwałego działania wysokiej temperatury i wysokiego ciśnienia. Sposób biologiczny polega na wprowadzaniu odpowiednich kultur biologicznych bakteryjnych, które eliminują ze środowiska drobnoustroje chorobotwórcze.

środkami masowego rażenia stanowi wciąż groźne niebezpieczeństwo.

Ostatnio coraz częściej można się spotkać z twierdzeniami naukowców, że wody skażone (powierzchniowe) pyłem promieniotwórczym nie będą stanowić większej groźby ze względu na stosunkowo niski stopień ich skażenia, a więc dawka wchłonięta w wyniku picia wody skażonej będzie minimalna w stosunku do dawki zewnętrznej w tym terenie. Poza tym wody skażone pyłem promieniotwórczym mogą być poddane procesom uzdatniającym, które prawie całkowicie usuwają radioizotopy w niej zawarte.

Nie znaczy to jednak, że problemu skażenia wody pyłem promieniotwórczym można nie brać pod uwagę. Należy przede wszystkim pamiętać, że dawka promieniowania wchłonięta podczas picia wody sumuje się z dawką promieniowania zewnętrznego działającego na organizm ludzki.

Pomimo że w drodze procesów uzdatniających w systemie urządzeń wodociągowych (filtracyjnych) można pozbawić wodę prawie całkowicie izotopów promieniotwórczych, to jednak pozostaną one w osadnikach i na filtrach, co może stanowić duże zagrożenie dla personelu obsługującego stacje uzdatniania.

10. CZYNNIKI MOGĄCE ZDEZORGANIZOWAĆ ZAOPATRZENIE LUDNOŚCI W WODĘ W OKRESIE POKOJU I WOJNY

Praca wodociągów (miejskich i wiejskich) oparta jest całkowicie na energii elektrycznej. Energetyka jest dziedziną dość skomplikowaną i system energetyczny ma jeszcze wiele elementów, które ulegają uszkodzeniom i powodują krótsze lub dłuższe przerwy w dopływie prądu. Stąd też dość często spotykamy się

w czasie pokoju z brakiem wody spowodowanym głównie brakiem prądu elektrycznego.

W okresie wojny termojądrowej, a nawet klasycznej, awarie w systemie energetycznym, zwłaszcza w sieci energetycznej napowierzchniowej, będą o wiele częstsze, a ich likwidacja może trwać od kilku godzin do kilkunastu dni. Dlatego też każde miasto i wsie posiadające wodociągi muszą być przygotowane do zapewnienia ludności niezbędnej ilości wody również w warunkach braku prądu.

W takim przypadku w zasadzie jedynym rozwiązaniem będzie uruchomienie agregatów prądotwórczych, stanowiących niezależne rezerwowe źródło energii elektrycznej. Mogą to być agregaty stacjonarne lub przevożne.

Ponadto są zapasowe źródła wody w szpitalach i zakładach żywieniowych, piekarniach, rzeźniach itp. Braki trzeba będzie uzupełniać wodą ze studni publicznych i prywatnych.

Atak nieprzyjacielski (jądrowy lub klasyczny) może również spowodować mechaniczne zniszczenie urządzeń wodociągowych. W takim przypadku pogotowia oraz grupy awaryjne (zorganizowane najczęściej w ramach ZOWW lub oddziałów naprawy sieci wodno-kanalizacyjnej) będą usuwały zniszczenia.

*

*

*

Aby nie dopuścić do dezorganizacji zaopatrzenia ludności w wodę w razie wojny, każde miasto i wieś powinny mieć przygotowane w okresie pokoju „plany zaopatrzenia ludności w wodę”. Plany te (zał. 4) powinny zawierać wszystkie czynności, których realizacja zapewni niezbędne minimum wody konsumpcyjnej nawet w sytuacjach najbardziej skomplikowanych i trudnych.

Załącznik 1

**SKUTECZNOŚĆ WSTĘPNEGO OCZYSZCZANIA WODY PRZY
OCZYSZCZANIU POŁOWYM METODĄ
BERKEFELDA-TERRATOU**

Lp.	Zastosowany proces	Użyte środki	Skuteczność działania	
			Klasyczne środki trujące	Związki fosforo-organiczne
1	Flokulacja*	sole żelaza, glinu	xxx	x
2	Strącanie	wapń, fosforany	xx	x
3	Obciążanie	ziemia, glina, kwas krzemowy, związki organiczne	x	x
4	Koagulacja kontaktowa	ziemia i koagulanty	xx	x
5	Ekstrakcja**	rozpuszczalniki organiczne nierozpuszczalne w wodzie	xx	∅
6	Adsorpcja	ziemia, ziemie adsorbcyjne, węgiel aktywowany	xx	x
7	Hydroliza***	wapno, alkalia, kwasy, sole kwaśne	xxx	xxx
8	Utlenianie	chlor i związki chloru	xxx	xx
9	Filtrowanie	sproszkowany węgiel aktywowany	∅	∅
10	Wymiana jonowa	jonity Na jonity H/OH	∅	∅

∅ — brak efektów, x — skuteczność dostateczna, xx — skuteczność dobra, xxx — skuteczność bardzo dobra

* Flokulacja — proces powolnego mieszania wody zawierającej rozproszony w niej uprzednio koagulant, następujący pomiędzy mieszaczem a osadnikiem.

** Ekstrakcja — metoda wyodrębnienia określonych składników (ekstraktów, wyciągów) z mieszanin ciekłych albo stałych przy użyciu odpowiednich, selektywnych rozpuszczalników (ekstrahentów).

*** Hydroliza — rozkład substancji chemicznych (organicznych i nieorganicznych) pod wpływem wody.

EFEKT DEKONTAMINACJI RADIOIZOTOPÓW Z WODY ZA
POMOCA FOSFORANÓW

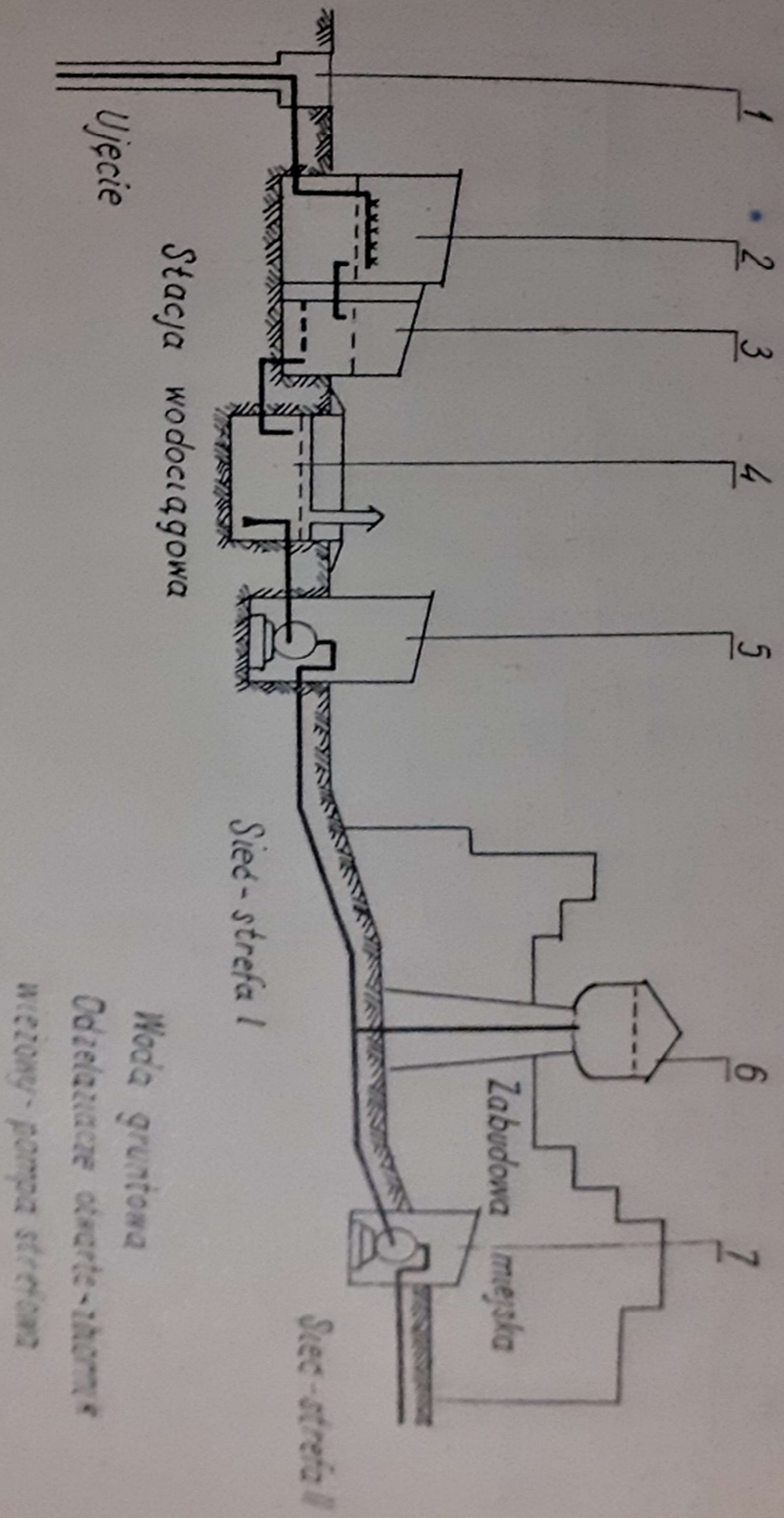
Isotop	Koagulant	Dawka koagulanta [mg/l]	Stopień dekontaminacji [%]
Ce-144-Pr-144	KN_2PO_4	200	99,8
	Na_3PO_4	120	99,9
Sr-89	KN_2PO_4	100	81,3
	Na_3PO_4	240	97,8
Y-91	KN_2PO_4	100	99,9
Sb-124	KN_2PO_4	100	66,1
	Na_3PO_4	120	67,4
Zn-65	KN_2PO_4	50	99,6
W-185	KN_2PO_4	200	10,7
Zr-95	KN_2PO_4	100	99,5
Nb-95	KN_2PO_4	100	99,2

EFEKT OCZYSZCZANIA WODY METODĄ FILTROWANIA PRZEZ
PIASEK

Isotop	Objętość wody filtrowanej	pH	Stopień dezaktywacji [%]	
			od — do	średnio
Cs-137-B-137	500	8,3	10—70	50
Sr-89	750	8,3	1—13	4
Cd-115	500	8,1	60—99	95
Ba-140 La-140	750	7,6	39—99	74
Sc-46	750	8,3	94—99	96
Y-91	500	7,0	84—89	82
Zr-95 Nb-95	500	7,0	91—96	93
W-185	750	7,1	3—18	8

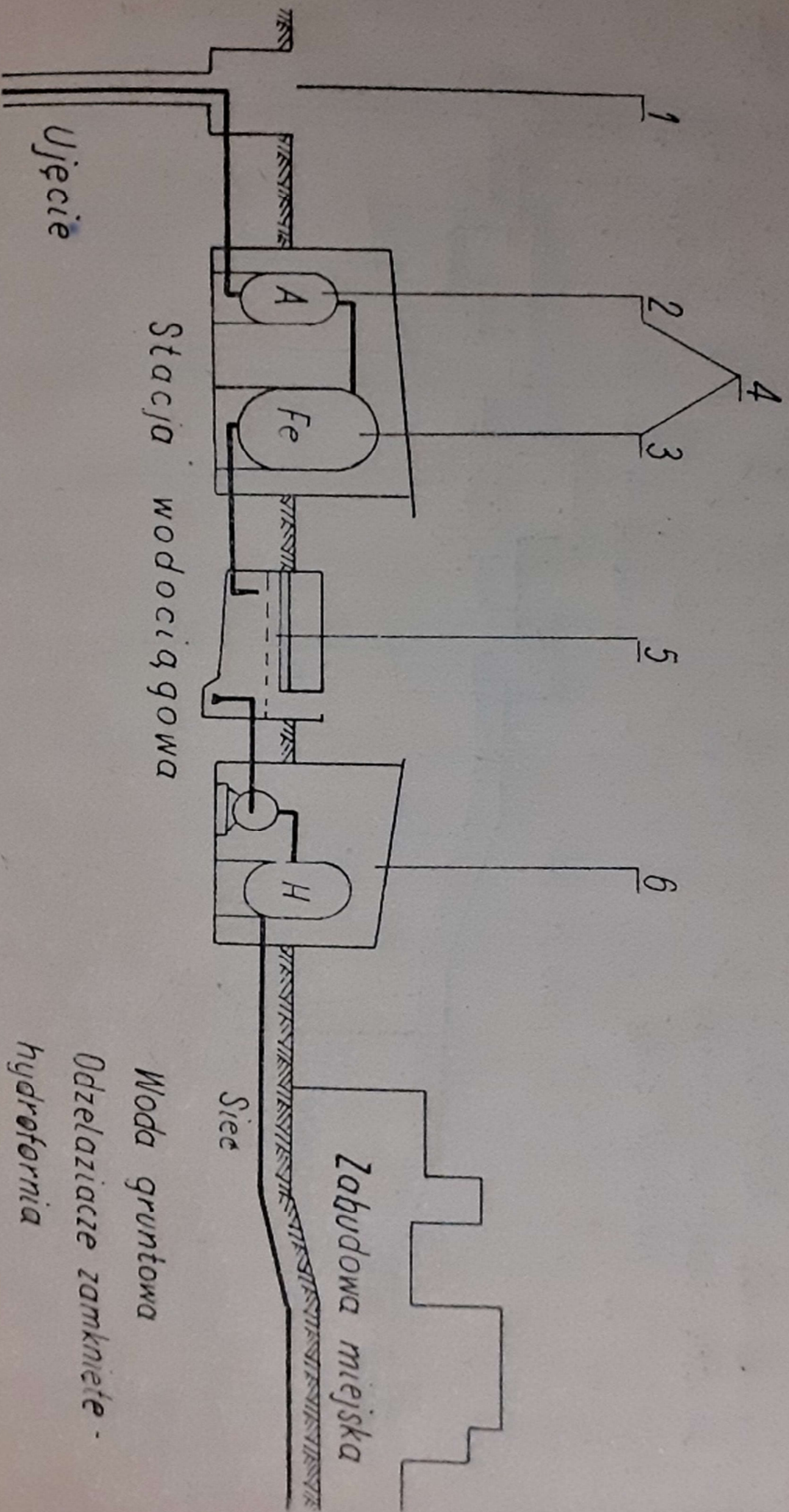
**PLAN ZAOPATRZENIA LUDNOŚCI MIEJSKIEJ (WIEJSKIEJ)
W WODĘ (PRZYKŁAD)**

1. Aktualny stan zaopatrzenia miasta w wodę:
 - a) charakterystyka urządzeń wodociągowych i studzien — — do kogo należą;
 - b) liczba ludności korzystającej z poszczególnych źródeł wody;
 - c) faktyczne zużycie wody przez ludność i zakłady żywieniowe.
2. Bilans zapotrzebowania na wodę według ustalonych — minimalnych — potrzeb na okres specjalny.
3. Zasady zaopatrywania ludności miejskiej (wiejskiej) w wodę:
 - a) w razie częściowego unieruchomienia urządzeń wodociągowych;
 - b) w razie całkowitego unieruchomienia urządzeń wodociągowych;
 - c) w razie braku energii elektrycznej;
 - d) w razie promieniotwórczego skażenia ujęcia.
4. Awaryjna budowa studni (w jakiej sytuacji i przez jakie siły).
5. Sytuacja w zakresie kanalizacji i kierunku działania w wypadku jej zniszczenia.
6. Organizacja pogotowia technicznego lub służby awaryjno-rentowej.
7. Zapasy materiałowe.
8. Wnioski dotyczące wykonania niezbędnych zadań w okresie pokoju (terminarz realizacji tych zadań).
9. Załączniki (plany miasta z naniesioną siecią wodnokanalizacyjną, z oznaczeniem ważniejszych zaworów, wszystkich ujęć itp.).

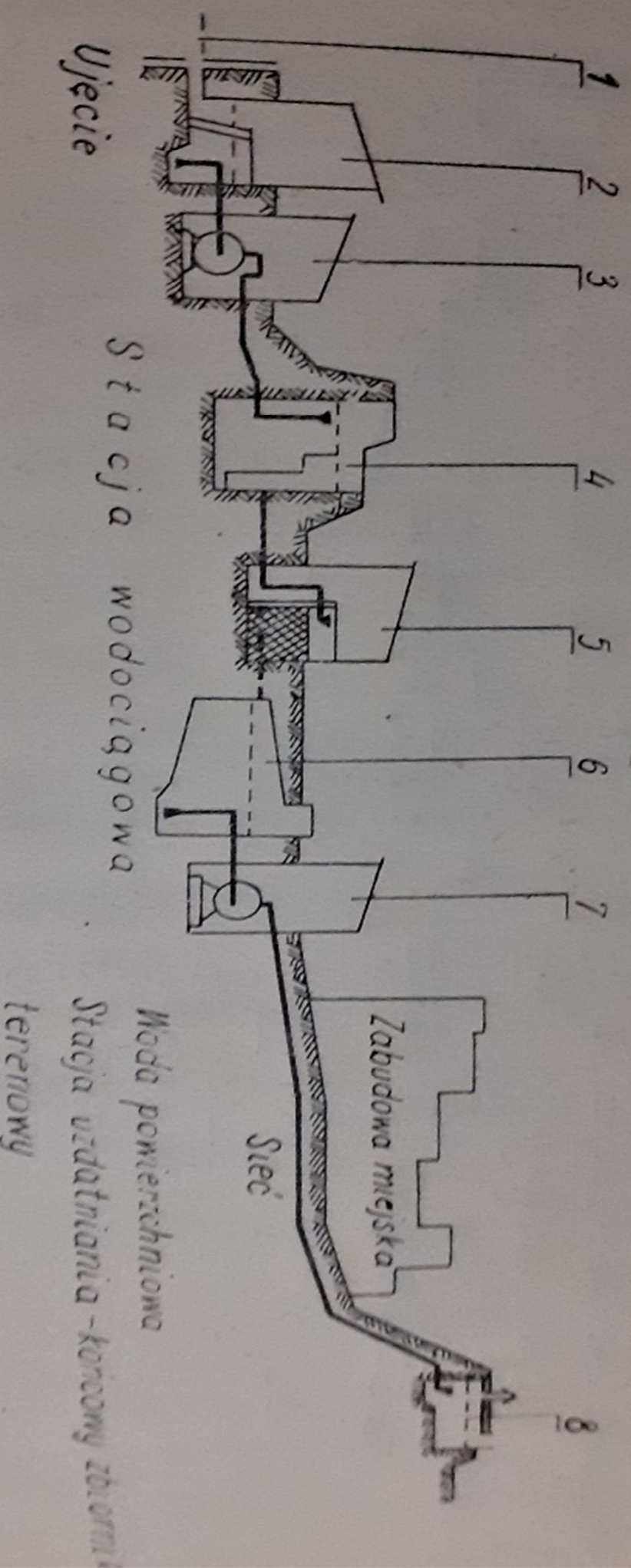


- 1 — studnie wiercone z pompami głębinowymi; 2 — rozdzielacz i zbiornik kon-
- taktowy; 3 — filtry; 4 — zbiornik czepalny; 5 — pompownia; 6 — zbiornik wie-
- zowy; 7 — pompownia strefowa

WODOCIĄG KOMUNALNY — WARIANT II

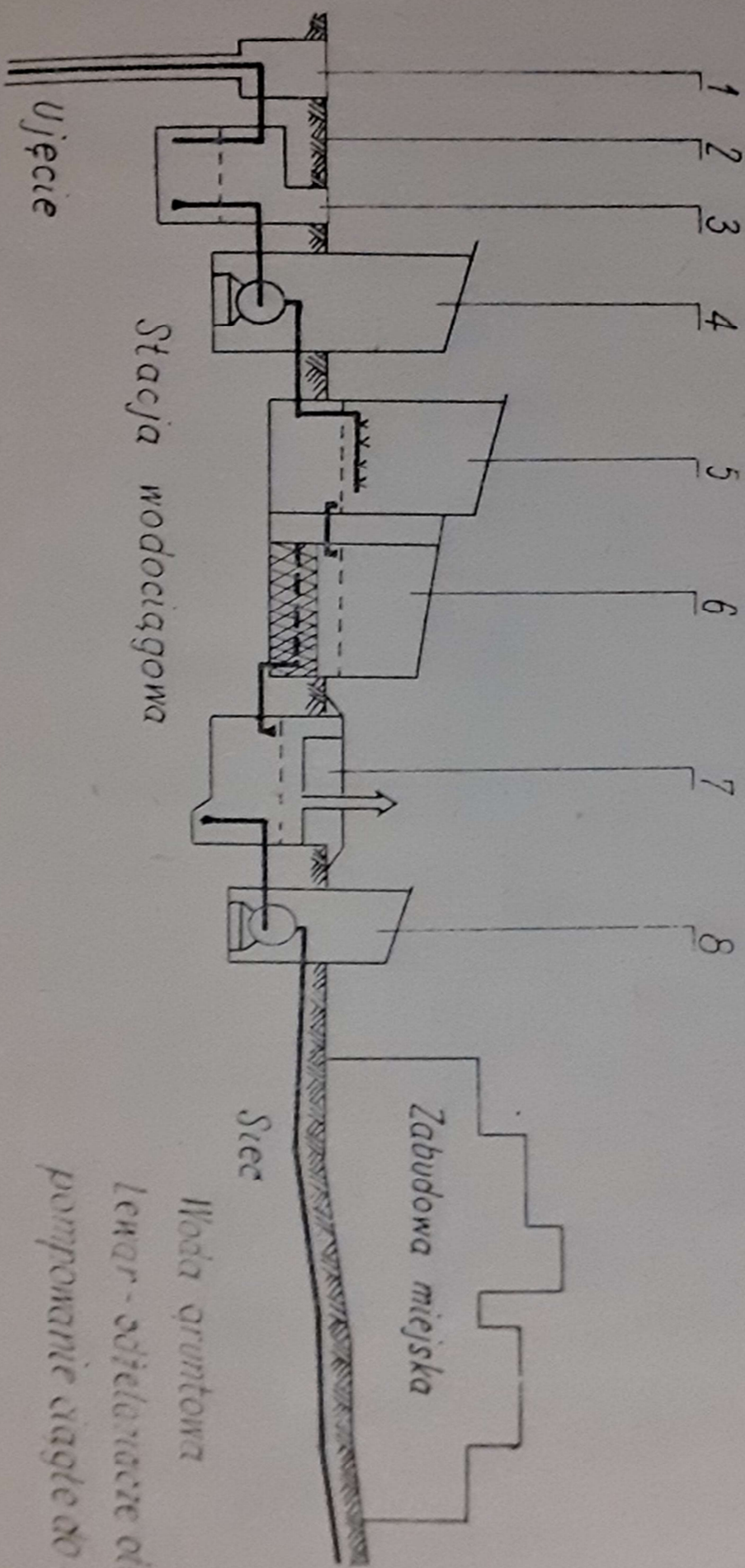


- 1 — studnie wiercone; 2 — aerator; 3 — odzalaniacze; 4 — stacja uzdatniania wody;
- 5 — zbiornik wyrównawczy; 6 — pompownia hydroformia



- 1 — rzeka; 2 — kraty; 3 — pompownia I; 4 — osadnik; 5 — filtry pospieszne; 6 —
zbiornik czerpalny; 7 — pompownia II; 8 — zbiornik wyrównawczy

WODOCIĄG KOMUNALNY — WARIANT IV



- 1 — studnie wiercone; 2 — lewar; 3 — studnia zbiorcza; 4 — pompownia I; 5 — rozdzielacz i zbiornik kontaktowy; 6 — filtry; 7 — zbiornik wyrównawczy; 8 — pompownia II

Woda gruntowa
Lewar - sdielarnacze otwarte -
pompowanie wody do sieci

BIBLIOGRAFIA

1. Aleksandrow W. N., *Otrawiajuszczaje wieszczestwa*, Moskwa 1969.
2. Bielichenko J. P., *Ochrona wodnych riesursow wsienarodnoje dielo*, Moskwa 1969.
3. Chęciński J., *Ochrona ludności we współczesnej wojnie*, Warszawa 1974.
4. Dębski K., *Hydrologia*, Warszawa 1970.
5. Karpiński M., *Zaopatrzenie wojsk w wodę*, cz. I i II, Warszawa 1966.
6. Lambor J., *Podstawy i zasady gospodarki wodnej*, Warszawa 1965.
7. Tuszeko A., *Gospodarka wodna*, Warszawa 1971.
8. Wierzbicki J., *Zaopatrzenie w wodę i kanalizacja osiedli wiejskich*, Warszawa 1969.

