

Ocena i profilaktyka zagrożeń hydrologicznych
dla obiektów oraz zespołów zabytkowych
w aspekcie ograniczania negatywnego wpływu
zmian klimatycznych i antropopresji



Narodowy
Instytut
Dziedzictwa

Ocena i profilaktyka zagrożeń hydrologicznych dla obiektów oraz zespołów zabytkowych w aspekcie ograniczania negatywnego wpływu zmian klimatycznych i antropopresji

Redakcja

dr hab. szt. Monika Bogdanowska

dr hab. inż. Mariusz Czop, prof. AGH

Warszawa 2023



Narodowy
Instytut
Dziedzictwa

60
LAT MISJI

Wydawca

Narodowy Instytut Dziedzictwa
ul. Mikołaja Kopernika 36/40
00-924 Warszawa
nid.pl

Redakcja

dr hab. szt. Monika Bogdanowska
dr hab. inż. Mariusz Czop, prof. AGH

Zespół autorski

dr hab. szt. Monika Bogdanowska
dr hab. inż. Mariusz Czop, prof. AGH
prof. dr hab. inż. arch. Dominika Kuśnierz-Krupa
prof. dr hab. Jerzy Poleski
dr hab. inż. arch. Anna Bojęś-Białasik, prof. PK
dr inż. arch. Łukasz Bednarz
dr inż. arch. kraj. Wojciech Bobek
dr inż. Roman Paruch, prof. PK

Redaktorka prowadząca

Maria Wierchoś

Redakcja i korekta

Jacek Błach

Opracowanie graficzne

Piotr Berezowski

Projekt okładki

Izolda Bączkowska

ISBN 978-83-67381-23-9

Sfinansowano ze środków Ministra Kultury i Dziedzictwa Narodowego



Ministerstwo Kultury
i Dziedzictwa Narodowego

Warszawa 2023

SPIS TREŚCI

Wstęp	5
Rekomendacje ogólne	7
Rekomendacje dotyczące współpracy	8
Rekomendacje działań w ramach inwestycji w celu uniknięcia zagrożeń hydrologicznych	11
Kategoria A	11
Kategoria B	12
Kategoria C	14
Kategoria D	15
Słownik pojęć	18

Zmiany klimatyczne oraz ich wpływ na środowisko nie ograniczają się do określonego czasu i terenu. Dotyczą zarówno obszarów o historycznej proveniencji, jak i współczesnych. Zachodzące dziś zjawiska mogą ujawnić swe konsekwencje w kolejnych latach. Przyjęte przez Polskę zobowiązania wynikające z międzynarodowych i unijnych konwencji oraz porozumień nakładają na wszystkie instytucje państwa zalecenie współpracy w celu ograniczania i zwalczania negatywnych skutków zmian klimatu. Zjawiska te są szczególnie dotkliwe na obszarach zurbanizowanych, a na obszarach historycznych mogą stanowić krytyczne zagrożenie dla dziedzictwa kulturowego. Dlatego niniejsze rekomendacje, choć kierowane do służb konserwatorskich, uwzględniają wieloaspektowe współdziałanie różnych podmiotów nakierowane na ochronę dobra wspólnego, jakim są zabytki, i włączają do współpracy na rzecz zapobiegania negatywnym zjawiskom zarówno samorządy, jak i przedsiębiorców czy środowiska naukowe. Służby konserwatorskie w ramach swych działań mogą – i powinny – inicjować współpracę między podmiotami oraz wskazywać optymalne rozwiązania projektowe, których celem jest bezpieczeństwo dziedzictwa narodowego.

Historyczne obszary zurbanizowane na przestrzeni wieków podlegały silnej antropopresji. Dlatego też na tych najcenniejszych kulturowo terenach mamy do czynienia z największą liczbą najróżniejszych artefaktów archeologicznych, budowlanych, architektonicznych, technicznych i innych. Każda decyzja konserwatorska, w szczególności dotycząca realizacji nowych inwestycji ingerujących w grunt, powinna uwzględniać te uwarunkowania.

Zasada *restaurare et conservare est novam vitam dare* mówi, że restauracja i konserwacja jest dawaniem nowego życia, co oznacza, że w ochronie zabytków istotne jest zapewnienie funkcjonowania i społecznej przydatności obiektu historycznego. Jednak podstawową zasadą działania służb konserwatorskich oraz postępowania z dziedzictwem w ogóle, jest stosowana w medycynie reguła przezorności *primum non nocere* – przede wszystkim nie szkodzić. Zatem wprowadzanie nowych funkcji nie może stanowić zagrożenia dla zabytków.

W każdej sytuacji podejmowania rozstrzygnięć odnoszących się do możliwego oddziaływania planowanych inwestycji na zabytek (pojedynczy obiekt, zespół obiektów czy obszar) podstawą musi być rzetelna i wnikliwa ocena, czy dane działanie nie zagraża mu bezpośrednio lub pośrednio, przy czym trzeba uwzględnić potencjalne

skutki obecnych działań w przyszłości. Zasada ta wynika wprost z zapisów art. 77 § 1 Kodeksu postępowania administracyjnego (KPA): „Organ administracji publicznej jest obowiązany w sposób wyczerpujący zebrać i rozpatrzyć cały materiał dowodowy” oraz art. 75 § 1: „Jako dowód należy dopuścić wszystko, co może przyczynić się do wyjaśnienia sprawy, a nie jest sprzeczne z prawem. W szczególności dowodem mogą być dokumenty, zeznania świadków, opinie biegłych oraz oględziny”.

Liczne przykłady z terenu Polski, w tym wynikające z praktyki wojewódzkich urzędów ochrony zabytków, wskazują na występowanie zagrożeń hydrologicznych budynków i obiektów zabytkowych zlokalizowanych w obrębie historycznych terenów zurbanizowanych. W ostatnich latach problemy te stają się coraz bardziej istotne wobec nagłości oraz katastrofalnego wymiaru zdarzeń związanych ze zmianami klimatu (ekstremalnie wysokie temperatury w okresie letnim, długotrwałe okresy suszy, nagłe i nawalne opady, podtopienia i inne), jak również nasilenia presji inwestycyjnej na obszarach historycznych. Niezbędne jest podjęcie działań na rzecz wiarygodnej identyfikacji oraz przeciwdziałania niekorzystnym i niebezpiecznym skutkom zjawisk hydrologicznych, których celem jest prawidłowe zabezpieczenie obiektów zabytkowych. Wspomniany efekt jest możliwy do osiągnięcia jedynie pod warunkiem uwzględnienia wniosków wynikających z badań naukowych, praktyki zarządzania przestrzenią oraz doświadczeń w prowadzeniu inwestycji przy jednoczesnej ścisłej współpracy służb konserwatorskich z przedstawicielami jednostek samorządu terytorialnego oraz naukowcami i praktykami reprezentującymi różne dyscypliny naukowe. Z uwagi na skalę i znaczenie problemu oraz dużą liczbę interesariuszy, rolą służb konserwatorskich jest – szczególnie aktywna czy nawet wiodąca – partycypacja w postępowaniach inwestycyjnych oraz wskazywanie konkretnych działań jako zalecanych lub obligatoryjnych. W uzasadnionych sytuacjach, przy szczególnie dużym stopniu skomplikowania oraz wysokiej wartości obiektów zabytkowych, dla rozstrzygnięcia wątpliwości i rzetelnej oceny wpływu planowanych inwestycji na zabytki, korzystnym rozwiązaniem może być powołanie przez konserwatora wojewódzkiego interdyscyplinarnego zespołu doradczego, złożonego z naukowców, praktyków zarządzania przestrzenią i inwestycjami oraz włączenie do współpracy przedstawicieli jednostek samorządu terytorialnego oraz innych uczestników procesu inwestycyjnego.

Rekomendacje przedstawione poniżej wynikają z aktualnej interdyscyplinarnej wiedzy dotyczącej historycznych obszarów zurbanizowanych oraz zachodzących w ich obrębie procesów hydrologicznych – zarówno o charakterze naturalnym, jak i antropogenicznym. Wiedza ta wymaga dalszego uzupełnienia i znacznego poszerzenia, w szczególności w zakresie instrumentarium służącego do gromadzenia i analizowania szerokiego zakresu danych pomiarowych w celu monitorowania oraz prognozowania niekorzystnych zjawisk i procesów, a przede wszystkim zapobiegania zdarzeniom nagłym.

REKOMENDACJE OGÓLNE

1. Każdy przypadek oceny wpływu inwestycji budowlanej na obiekty zabytkowe wymaga indywidualnego podejścia merytorycznego, które musi uwzględniać lokalne i często specyficzne uwarunkowania środowiskowe. Ocena wpływu inwestycji, która wiąże się z naruszeniem powierzchni terenu, powinna opierać się na wynikach bezpośrednich badań geologiczno-inżynierskich i hydrogeologicznych oraz hydrologicznych i botanicznych. W celu zapewnienia bezpieczeństwa oddziaływania na obiekty zabytkowe należy prowadzić oceny wpływu tego typu inwestycji z zastosowaniem najnowszych i najbardziej zaawansowanych metod badawczych, w tym z uwzględnieniem systemów pomiarowych i monitoringowych oraz metod modelowania komputerowego.
2. Ogromną rolę w zakresie kształtowania warunków hydrologicznych obszaru zurbanizowanego pełni zieleń. Należy pamiętać, że zieleń to nie tylko historyczne założenia zieleni komponowanej, ale także ogrody śródblokowe, przydomowe ogródki, pnącza, a nawet pojedyncze drzewa. Oddziaływanie zieleni wiąże się ze stabilizacją klimatu, z utrzymywaniem właściwego poziomu wód podziemnych, jak również z zachowaniem optymalnej wilgotności gruntów. Wysoce wskazane byłoby, aby na terenach historycznych obszarów zurbanizowanych obowiązywały restrykcyjne zasady ochrony terenów biologicznie czynnych oraz ochrony drzew i krzewów (w tym moratoria na usuwanie starych okazów).
3. Mając na uwadze, że usuwanie roślinności i likwidacja terenów biologicznie czynnych może mieć trudne do przewidzenia konsekwencje i dodatkowo pogłębia niekorzystne skutki zmian klimatycznych, należy dążyć do kompensacji ich utraty poprzez redukcję szczelnych nawierzchni (przywracanie powierzchni biologicznie czynnej) oraz nowe nasadzenia.
4. W obrębie historycznych obszarów zurbanizowanych wskazane jest porządkowanie gospodarki wodami opadowymi i roztopowymi poprzez ich gromadzenie i kontrolowane wykorzystywanie oraz wdrożenie systemów monitoringu wód powierzchniowych i podziemnych. Należy również dążyć do dokładnej inwentaryzacji infrastruktury wodociągowej i kanalizacyjnej, w tym zarówno aktualnej, jak i historycznej, oraz do stworzenia skutecznego systemu wykrywania awarii, które często ujawniają się w dłuższej perspektywie czasowej, już w chwili zagrożenia katastrofą budowlaną.

REKOMENDACJE DOTYCZĄCE WSPÓŁPRACY

1. Współpraca pomiędzy służbami konserwatorskimi a jednostkami samorządu terytorialnego:

- A. Nagły charakter zjawisk stanowiących bezpośrednie i pośrednie zagrożenie dla obiektów zabytkowych wymusza potrzebę podejmowania natychmiastowych działań naprawczych. W związku z powyższym wskazane jest pełne korzystanie z przewidzianych prawem procedur pozwalających na wydawanie pozwoleń i decyzji administracyjnych w trybie pilnym w celu zapewnienia bezpieczeństwa obiektów podlegających ochronie konserwatorskiej, ale też wypracowywanie bezpośrednich kontaktów między instytucjami ułatwiających współdziałanie w sytuacji awaryjnej.
- B. Podstawowe rozpoznanie stosunków wodnych i zagrożeń w aspekcie monitorowanych zmian klimatycznych powinno odbywać się na etapie planistycznym (opracowania studialne, miejscowe plany zagospodarowania przestrzennego i inne). W ramach prac planistycznych, jak i przy wydawaniu decyzji administracyjnych dla inwestycji, należy uwzględniać ochronę zieleni i wpływ inwestycji na zabytki zgodnie z wymogami określonymi w stosownych przepisach prawa materialnego. W tym kontekście należy wziąć pod uwagę ryzyka związane z prowadzeniem robót budowlanych, w tym w szczególności wykonywaniem wykopów i innych prac ziemnych, np. związanych z uporządkowaniem powierzchni lub remediacją terenu. Inwestycje związane z wykonywaniem wykopów poniżej poziomu fundamentowania obiektu zabytkowego i budynków sąsiednich na historycznych obszarach zurbanizowanych powinny być podejmowane tylko w uzasadnionych przypadkach po dokonaniu pogłębionej analizy wpływu wyżej wymienionych działań na obiekty zabytkowe. Wiarygodną odpowiedź na możliwość realizacji i zakres inwestycji daje siatka odwiertów geologicznych.
- C. Prace ziemne powinny być realizowane ze szczególną ostrożnością, po zastosowaniu skutecznych zabezpieczeń obiektów zabytkowych oraz elementów wpływających na ich stan (m.in. zieleni, morfologii powierzchni terenu, warunków wodnych itp.).
- D. Z uwagi na bezpieczeństwo hydrologiczne obiektów budowlanych i zieleni wskazane jest, by gminy, jako podmiot odpowiedzialny za planowanie

przestrzenne, tworzyły narzędzia pozwalające na gromadzenie wiedzy i informacji dotyczących uwarunkowań geologicznych, hydrologicznych wraz z wszelkimi nawarstwieniami antropogenicznymi (tak historycznymi, jak i współczesnymi) w ramach zintegrowanej bazy danych. Narzędzie to powinno pozwalać na bieżące monitorowanie zachodzących zmian oraz nagłych zdarzeń na danym obszarze, a przede wszystkim na modelowanie potencjalnych skutków określonych działań i przekształceń obszaru podlegającego ochronie konserwatorskiej.

2. Współpraca pomiędzy służbami konserwatorskimi a naukowcami różnych branż:

- A. Wskazane jest zapewnienie przestrzeni do stałej wymiany wiedzy oraz przekazywania bieżących ustaleń. Szansę na to dają publikacje wyników badań oraz regularne spotkania i konferencje, a ponadto szkolenie pracowników służb konserwatorskich w zakresie problematyki zagrożeń hydrologicznych i geologicznych. Konieczna jest współpraca środowisk naukowych ze służbami konserwatorskimi oraz bieżąca wymiana informacji między regionami.
- B. W oparciu o współpracę hydrologów, specjalistów z zakresu geologii inżynierskiej i geotechniki, konstruktorów oraz architektów należy poszukiwać dobrych praktyk oraz modelowych rozwiązań projektowych ograniczających negatywne oddziaływanie inwestycji na stosunki wodne, a w konsekwencji docelowo na obiekty zabytkowe.

3. Współpraca pomiędzy służbami konserwatorskimi a inwestorami:

- A. Zamierzenie inwestycyjne powinna poprzedzić analiza wyników wcześniejszych badań archeologicznych (jeśli były prowadzone), która pozwoli określić głębokość zalegania i strukturę nawarstwień antropogenicznych, w tym obecność dawnych studni, dołów chłonnych, piwnic, jam zasobowych i fos, które w sposób znaczący wpływają na kierunek i sposób przemieszczania się w obrębie podłoża wód opadowych i roztopowych, a także wód podziemnych.
- B. W ramach prac przygotowawczych i przedinwestycyjnych zalecane jest wykonanie studium historii rozwoju urbanistycznego terenu wraz z najbliższym otoczeniem działki. Taka analiza pozwala na rozpoznanie obszaru i określenie dopuszczalnej skali inwestycji bez stwarzania sytuacji konfliktowej z istniejącymi zasobami dziedzictwa. Zasięg studium powinien być ustalany indywidualnie z uwzględnieniem czynników naturalnych i kulturowych, w tym w szczególności dziejów osadnictwa na danym obszarze. Studium powinno uwzględniać ukształtowanie terenu oraz sieć hydrologiczną. Podstawą prac powinna być analiza map historycznych, przekazy archiwalne oraz wyniki badań archeologicznych.
- C. Na etapie przedprojektowym inwestycji ingerującej w podłoże wskazane jest wykonywanie siatki odwiertów geologicznych, których głębokość i zagęszczenie powinno być uzależnione od zakresu inwestycji oraz stopnia

skomplikowania warunków hydrologicznych, hydrogeologicznych i geologiczno-inżynierskich (geotechnicznych). Rozpoznanie terenu powinno uwzględniać wyniki wcześniejszych badań archeologicznych. W ramach wykonywania wierceń rozpoznawczych przed inwestycją (w jej obrębie i w jej sąsiedztwie) niezbędny jest nadzór specjalistów z zakresu geologii lub geotechniki oraz archeologa.

- D. Wszelkie prace, które mogą naruszyć stosunki wodne na terenie inwestycji wymagają pozwolenia wodnoprawnego. Zawarte w nim ekspertyzy przygotowane przez specjalistów powinny opierać się na szczegółowym lokalnym rozpoznaniu terenu i jego badaniach, a nie na zgeneralizowanych wynikach zaczerpniętych z literatury czy opracowań regionalnych. Należy uwzględniać wpływ inwestycji na przyległe tereny. Możliwe zagrożenia należy przewidywać przed wydaniem decyzji, zamiast szukać rozwiązań, gdy następuje kumulacja niekorzystnych zjawisk.

Wymienione powyżej działania pozwolą zdefiniować potencjalne problemy, uniknąć sytuacji nagłych, wykluczyć lub zminimalizować zagrożenie dla obiektów dziedzictwa oraz zabezpieczyć inwestora przed roszczeniami sąsiadów w przypadku negatywnego oddziaływania inwestycji na składowe sąsiednich nieruchomości.

REKOMENDACJE DZIAŁAŃ W RAMACH INWESTYCJI W CELU UNIKNIĘCIA ZAGROŻEŃ HYDROLOGICZNYCH

W związku z koniecznością ochrony zabytków oraz ograniczania negatywnych skutków zmian klimatu szczegółowy zakres działań służb konserwatorskich, w tym wymagania stawiane przed podmiotami realizującymi inwestycje, wynika bezpośrednio z kwalifikacji inwestycji do odpowiedniej kategorii zagrożenia: kategorii A, B, C lub D.

KATEGORIA A

Inwestycje związane ze zmianą zagospodarowania powierzchni terenu, w tym w szczególności polegające na zmianie charakteru powierzchni z naturalnej, przepuszczalnej na uszczelnioną, na zmianie ukształtowania powierzchni terenu, zmianie sposobu odprowadzenia wód opadowych oraz zmianie w zakresie szaty roślinnej, polegającej m.in. na wycince drzew i krzewów.

Zagrożenia:

- szkodliwa zmiana stanu wód na gruncie, która może być niedozwolona zgodnie z art. 234 Prawa wodnego;
- zawilgocenie lub zalewanie podziemnych kondygnacji sąsiednich budynków przez wody opadowe i roztopowe;
- pogorszenie warunków wzrostu drzew i krzewów wskutek ograniczenia dostępu do wód opadowych i roztopowych, możliwość obniżenia witalności, obumieranie, zwłaszcza w przypadku drzewostanu funkcjonującego w reżimie opadowo-retencyjnym (przy niskim poziomie zwierciadła wód podziemnych);
- pogorszenie warunków wzrostu drzew i krzewów wskutek okresowego zawodnienia terenu, powstawanie efektu suszy fizjologicznej powodującej osłabienie lub/i obumieranie systemów korzeniowych, wtórnie mogące prowadzić do wywracania się drzew;
- zagęszczenie gruntu (ubicie) utrudniające wymianę gazowo-wodną;
- zaburzenie naturalnego lub dotychczasowego sposobu odprowadzania wód opadowych;
- lokalne zapadnięcie powierzchni terenu lub deformacje geometryczne zabytkowych nawierzchni.

Zasięg wymaganej analizy wpływu inwestycji:

- teren inwestycji oraz działki bezpośrednio sąsiadujące oraz inne działki w większej odległości do około 25 m od istniejących lub usuwanych drzew i krzewów.

Rekomendowane działania:

- opracowanie projektu odprowadzenia wód opadowych i roztopowych z terenu inwestycji;
- opracowanie działań zabezpieczających sąsiednie posesje przed potencjalnymi niekorzystnymi skutkami zmiany stanu wód na gruncie;
- inwentaryzacja drzewostanu i roślinności na terenie co najmniej równym obszarowi inwestycji, a optymalnie z uwzględnieniem bezpośredniego sąsiedztwa, czyli pasa o szerokości co najmniej równej wysokości drzew rosnących na działce;
- ocena stanu drzewostanu i roślinności przed rozpoczęciem prac budowlanych, w ich trakcie oraz po ich zakończeniu – inwentaryzacja powykonawcza z zaleceniami w zakresie utrzymywania i pielęgnacji zieleni;
- inwentaryzacja ujawnionych instalacji podziemnych (typu: kanały blokowe, studnie chłonne, zabytkowe instalacje sanitarne) na terenie inwestycji i, w miarę możliwości, na działkach sąsiednich;
- inwentaryzacyjne pomiary geodezyjne zabytkowych obiektów i nawierzchni na terenie inwestycji i, w miarę możliwości, na działkach sąsiednich.

KATEGORIA B

Inwestycje związane z wykonywaniem prac ziemnych i budowlanych skutkujące powstawaniem wykopów i kondygnacji podziemnych realizowanych w warstwie suchej podłoża, czyli powyżej poziomu zwierciadła wód podziemnych, w tym również realizacja remediacji gleb i gruntów oraz wód podziemnych.

Zagrożenia:

- zmiana stanu wód na gruncie, która może być zabroniona zgodnie z art. 234 Prawa wodnego;
- zawilgocenie lub zalewanie podziemnych kondygnacji sąsiednich budynków przez wody opadowe i roztopowe;
- pogorszenie warunków wzrostu drzew i krzewów wskutek ograniczenia dostępu do wód opadowych i roztopowych, możliwość obniżenia vitalności, obumieranie, zwłaszcza w przypadku drzewostanu funkcjonującego w reżimie opadowo-retencyjnym (przy niskim poziomie zwierciadła wód podziemnych);
- pogorszenie warunków wzrostu drzew i krzewów wskutek okresowego zawodnienia terenu, powstawanie efektu suszy fizjologicznej powodującej osłabienie lub/i obumieranie systemów korzeniowych, wtórnie mogące prowadzić do wywracania się drzew;

- deformacje powierzchni terenu w sąsiedztwie wykonywanego wykopu budowlanego;
- nierównomierne osiadanie sąsiadujących budynków w wyniku zmiany parametrów mechanicznych gruntów zalegających pod fundamentami istniejących obiektów, powstanie nowych lub powiększenie istniejących uszkodzeń na ścianach i stropach w postaci pęknięć lub zarysowań, nadmiernych ugięć, odchyłek od pionu;
- lokalne zapadnięcia lub deformacje geometryczne zabytkowych nawierzchni.

Zasięg wymaganej analizy wpływu inwestycji:

- teren inwestycji i działki bezpośrednio sąsiadujące oraz inne działki w większej odległości, czyli w obrębie pasa o zasięgu wyznaczonym przez trzykrotną głębokość wykopu liczoną we wszystkich kierunkach od granic tego wykopu.

Rekomendowane działania:

- opracowanie projektu odprowadzenia wód opadowych i roztopowych z terenu inwestycji;
- opracowanie działań zabezpieczających sąsiednie posesje przed potencjalnymi niekorzystnymi skutkami zmiany stanu wód na gruncie;
- opracowanie działań zabezpieczających sąsiednie budynki przed potencjalnymi osiadaniami gruntów;
- wykonanie dokumentacji geologiczno-inżynierskiej dla terenu wpływu inwestycji (teren inwestycji wraz z obszarem jej oddziaływania) z zastosowaniem zweryfikowanych przez badania terenowe parametrów geotechnicznych i metod modelowania numerycznego;
- inwentaryzacja drzewostanu i roślinności na terenie inwestycji z uwzględnieniem bezpośredniego sąsiedztwa, czyli pasa o szerokości co najmniej równej trzykrotnej głębokości wykopu;
- ocena stanu drzewostanu i roślinności przed rozpoczęciem prac budowlanych, w ich trakcie oraz po ich zakończeniu – inwentaryzacja powykonawcza z zaleceniami w zakresie utrzymywania i pielęgnacji zieleni;
- wykluczenie wyników pozyskanych z tzw. wzoru Driscolla z powodu ich małej wiarygodności i obciążenia dużym błędem analitycznym, niezależnie od warunków wodno-gruntowych;
- przygotowanie opracowania określającego względną strefę oddziaływania wszelkiego rodzaju wykopów na sąsiednie obiekty. Rekomendowanymi metodami są te zawarte w serii „Instrukcje” Instytutu Techniki Budowlanej (ITB), np. instrukcja 376/2020 pt. *Ochrona zabudowy w sąsiedztwie głębokich wykopów*;
- inwentaryzacja ujawnionych instalacji podziemnych (typu kanały blokowe, studnie chłonne, zabytkowe instalacje sanitarne) na terenie inwestycji oraz w strefie jej oddziaływania;

- monitoring geodezyjny istniejących obiektów przed rozpoczęciem inwestycji, w trakcie oraz po zakończeniu – na terenie inwestycji oraz w strefie jej oddziaływania do czasu ustabilizowania się zachodzących procesów.

KATEGORIA C

Inwestycje związane z wykonywaniem prac ziemnych i budowlanych skutkujące powstawaniem wykopów i kondygnacji podziemnych realizowanych w warstwie mokrej podłoża, czyli poniżej poziomu zwierciadła wód podziemnych, bez odwadniania górotworu w warunkach zastosowania przeston hydroizolacyjnych.

Zagrożenia:

- zawilgocenie lub zalewanie podziemnych kondygnacji sąsiednich budynków przez wody opadowe i roztopowe oraz wody podziemne;
- pogorszenie warunków wzrostu drzew i krzewów wskutek ograniczenia dostępu do wód opadowych i roztopowych, możliwość obniżenia vitalności, obumieranie, zwłaszcza w przypadku drzewostanu funkcjonującego w reżimie opadowo-retencyjnym (przy niskim poziomie zwierciadła wód podziemnych);
- pogorszenie warunków wzrostu drzew i krzewów wskutek okresowego zawodnienia terenu, powstawanie efektu suszy fizjologicznej powodującej osłabienie lub/i obumieranie systemów korzeniowych, wtórnie mogące prowadzić do wywracania się drzew;
- nierównomierne osiadanie sąsiadujących budynków w wyniku zmiany parametrów mechanicznych gruntów zalegających pod fundamentami istniejących obiektów, powstanie nowych lub powiększenie istniejących uszkodzeń na ścianach i stropach w postaci pęknięć lub zarysowań, nadmiernych ugięć, odchyłek od pionu;
- lokalne zapadnięcia lub deformacje geometryczne zabytkowych nawierzchni.

Zasięg wymaganej analizy wpływu inwestycji:

- teren inwestycji i działki bezpośrednio sąsiadujące oraz inne działki w większej odległości, czyli w obrębie pasa o zasięgu 100 m od zastosowanej przestony hydroizolacyjnej.

Rekomendowane działania:

- wykonanie dokumentacji geologiczno-inżynierskiej dla terenu wpływu inwestycji (teren inwestycji wraz z obszarem jej oddziaływania) z zastosowaniem zweryfikowanych przez badania terenowe parametrów geotechnicznych i metod modelowania numerycznego;
- wykonanie dokumentacji hydrogeologicznej dla terenu wpływu inwestycji (teren inwestycji wraz z obszarem jej oddziaływania) z zastosowaniem zweryfikowanych przez badania terenowe parametrów hydrogeologicznych i metod modelowania numerycznego;

- odwiercenie otworów piezometrycznych w strefie oddziaływania inwestycji dla potrzeb kontroli stanu środowiska gruntowo-wodnego na etapie przed rozpoczęciem inwestycji, w jej trakcie oraz po jej zakończeniu;
- ocena stanu drzewostanu i roślinności na terenie inwestycji wraz z uwzględnieniem bezpośredniego sąsiedztwa, czyli pasa o szerokości co najmniej równej trzykrotnej głębokości wykopu;
- monitoring i ocena stanu drzewostanu i roślinności przed rozpoczęciem prac budowlanych, w ich trakcie oraz po ich zakończeniu – ocena powykonawcza z zaleceniami w zakresie utrzymywania i pielęgnacji zieleni;
- jeśli tylko jest to możliwe, rekomendowane jest wykonanie ekspertyzy stanu technicznego obiektów sąsiadujących z planowaną inwestycją;
- przygotowanie szczegółowej inwentaryzacji architektonicznej i konstrukcyjnej w postaci rysunkowej oraz fotograficznej aktualnego stanu technicznego obiektu będącego przedmiotem inwestycji, uwzględniającej wszelkiego rodzaju wady i uszkodzenia techniczne;
- przygotowanie opracowania określającego względną strefę oddziaływania wszelkiego rodzaju wykopów na sąsiednie obiekty. Rekomendowanymi metodami są te zawarte w serii „Instrukcje” Instytutu Techniki Budowlanej (ITB), np. instrukcja 376/2020 pt. *Ochrona zabudowy w sąsiedztwie głębokich wykopów*;
- wykluczenie wyników pozyskanych z tzw. wzoru Driscolla z powodu ich małej wiarygodności i obciążenia dużym błędem analitycznym, niezależnie od warunków wodno-gruntowych;
- monitoring geodezyjny istniejących obiektów (przed rozpoczęciem inwestycji, w trakcie oraz po zakończeniu) na terenie inwestycji oraz w strefie jej oddziaływania;
- inwentaryzacja ujawnionych instalacji podziemnych (typu: kanały blokowe, studnie chłonne, zabytkowe instalacje sanitarne) na terenie inwestycji oraz w strefie jej oddziaływania do czasu ustabilizowania się zachodzących procesów;
- w przypadku stosowania technicznych metod obniżenia podwyższonego poziomu wód podziemnych, np. przez systemy drenaży poziomych – przygotowanie dokumentacji rysunkowej z rozmieszczeniem elementów oraz określeniem wpływu projektowanych rozwiązań na sąsiednią zabudowę.

KATEGORIA D

Inwestycje związane z wykonywaniem prac ziemnych i budowlanych skutkujące powstawaniem wykopów i kondygnacji podziemnych realizowanych w warstwie mokrej podłoża, czyli poniżej poziomu zwierciadła wód podziemnych, w warunkach zastosowania odwodnienia górotworu, tj. odprowadzania wód podziemnych z urządzeń drenażowych, w tym studni wierconych i zespołów studni, igłofiltrów oraz rząpi (tzw. „wielkich studni”) i rowów i innych.

Zagrożenia:

- osiadanie powierzchni terenu w sąsiedztwie wykopów oraz na obszarze leja depresji i niszczenie budynków;
- zawilgocenie lub zalewanie podziemnych kondygnacji sąsiednich budynków przez wody opadowe i roztopowe;
- pogorszenie warunków wzrostu drzew i krzewów wskutek ograniczenia dostępu do wód opadowych i roztopowych, możliwość obniżenia vitalności, obumieranie, zwłaszcza w przypadku drzewostanu funkcjonującego w reżimie opadowo-retencyjnym (przy niskim poziomie zwierciadła wód podziemnych) na obszarze potencjalnego leja depresji systemu odwadniania;
- pogorszenie warunków wzrostu drzew i krzewów wskutek okresowego zawodnienia terenu, powstawanie efektu suszy fizjologicznej powodującej osłabienie lub/i obumieranie systemów korzeniowych, wtórnie mogące prowadzić do wywracania się drzew;
- nierównomierne osiadanie sąsiadujących budynków w wyniku zmiany parametrów mechanicznych gruntów zalegających pod fundamentami istniejących obiektów, powstanie nowych lub powiększenie istniejących uszkodzeń na ścianach i stropach w postaci pęknięć lub zarysowań, nadmiernych ugięć, odchyłek od pionu na obszarze potencjalnego leja depresji systemu odwadniania;
- lokalne zapadnięcia lub deformacje geometryczne zabytkowych nawierzchni na obszarze potencjalnego leja depresji systemu odwadniania.

Zasięg wymaganej analizy wpływu inwestycji:

- teren inwestycji i działki bezpośrednio sąsiadujące oraz inne działki w większej odległości, czyli w strefie zasięgu oddziaływania systemu odwadniania uwzględniającego wykop budowlany lub kontur systemu odwadniania oraz lej depresji powodowany przez system odwadniania wspomnianego wykopu, obliczony z wykorzystaniem analitycznego wzoru Sichardta.

Rekomendowane działania:

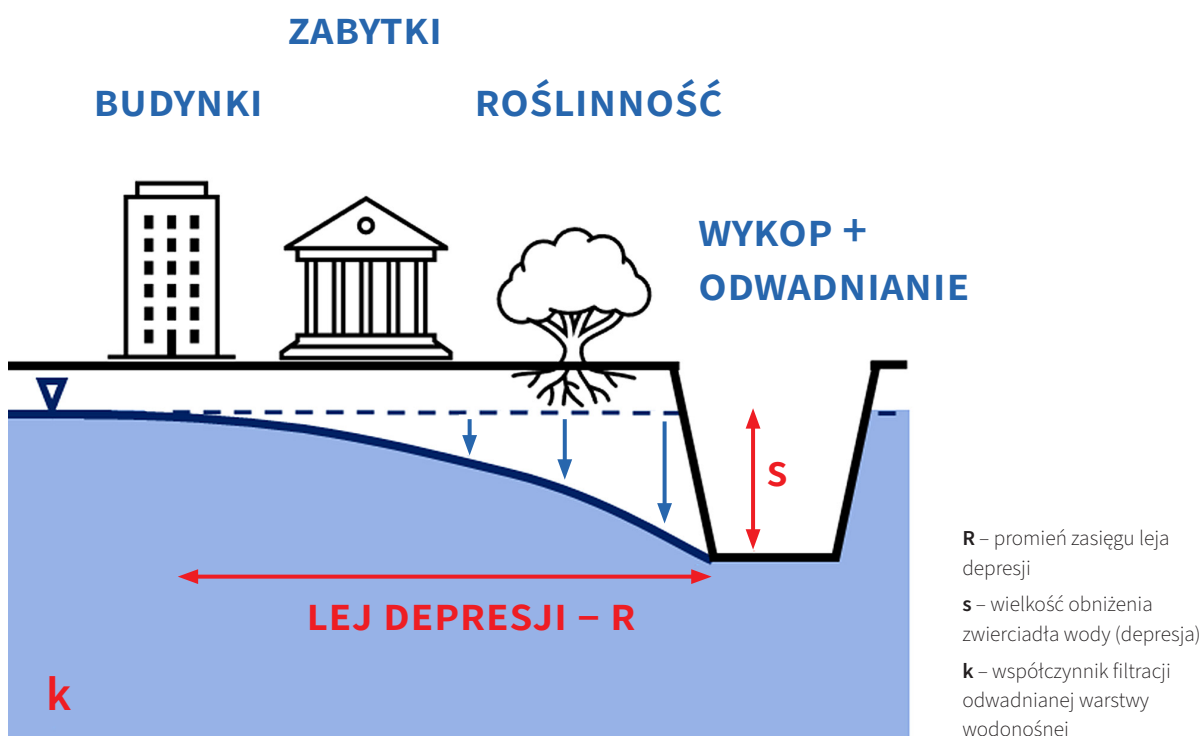
- wykonanie dokumentacji geologiczno-inżynierskiej dla terenu wpływu inwestycji (teren inwestycji wraz z obszarem jej oddziaływania) z zastosowaniem zweryfikowanych przez badania terenowe parametrów geotechnicznych i metod modelowania numerycznego;
- wykonanie dokumentacji hydrogeologicznej dla terenu wpływu inwestycji (teren inwestycji wraz z obszarem jej oddziaływania) z zastosowaniem zweryfikowanych przez badania terenowe parametrów hydrogeologicznych i metod modelowania numerycznego;
- wykluczenie możliwości prowadzenia odwodnienia górotworu zawierającego utwory piaszczysto-żwirowe oraz pylaste poprzez pompowanie wody bezpośrednio z rzępi lub rowów w dnie wykopu budowlanego, nawet w warunkach stosowania podparcia jego ścian bocznych;

- odwiercenie otworów piezometrycznych w strefie oddziaływania inwestycji dla potrzeb kontroli stanu środowiska gruntowo-wodnego na etapie przed rozpoczęciem inwestycji, w jej trakcie oraz po jej zakończeniu;
- inwentaryzacja drzewostanu i roślinności na terenie inwestycji oraz z uwzględnieniem strefy oddziaływania inwestycji, czyli potencjalnego leja depresji powodowanego przez pracę systemu odwadniania;
- monitoring i ocena stanu drzewostanu i roślinności przed rozpoczęciem prac budowlanych, w ich trakcie oraz po ich zakończeniu – inwentaryzacja powykonawcza z zaleceniami w zakresie utrzymywania i pielęgnacji zieleni;
- nałożenie obowiązku podlewania roślinności w trakcie inwestycji i po jej zakończeniu zgodnie z wynikami badań wilgotności gleb oraz obowiązku odbudowy poziomu wód podziemnych;
- wykluczenie wyników pozyskanych z tzw. wzoru Driscolla z powodu ich małej wiarygodności i obarczenia dużym błędem analitycznym, niezależnie od warunków wodno-gruntowych;
- wykonanie ekspertyzy konstrukcyjno-budowlanej wszystkich obiektów budowlanych sąsiadujących z planowaną inwestycją wraz z określeniem formy i zasięgu wpływu na nie przyszłych prac budowlanych;
- wykonanie szczegółowej inwentaryzacji architektonicznej i konstrukcyjnej w postaci rysunkowej oraz fotograficznej aktualnego stanu technicznego uwzględniającego wszelkiego rodzaju wady i uszkodzenia techniczne;
- wykonanie opracowania określającego względną strefę oddziaływania wszelkiego rodzaju wykopów na sąsiednie obiekty. Rekomendowanymi metodami są te zawarte w serii „Instrukcje” Instytutu Techniki Budowlanej (ITB), np. instrukcja 376/2020 pt. *Ochrona zabudowy w sąsiedztwie głębokich wykopów*;
- rezygnacja z uwzględniania zależności przedstawianych we wzorze Driscolla, stosowanym we wszystkich inwestycjach niezależnie od warunków gruntowo-wodnych;
- monitoring geodezyjny istniejących obiektów przed rozpoczęciem inwestycji, w trakcie oraz po zakończeniu – do czasu ustabilizowania się zachodzących procesów w strefie potencjalnego leja depresji powodowanego przez pracę systemu odwadniania;
- inwentaryzacja ujawnionych instalacji podziemnych (typu kanały blokowe, studnie chłonne, zabytkowe instalacje sanitarne) na obszarze potencjalnego leja depresji powodowanego przez pracę systemu odwadniania;
- w przypadku stosowania technicznych metod obniżenia poziomu wód podziemnych – przygotowanie dokumentacji rysunkowej z rozmieszczeniem elementów oraz wpływu projektowanych rozwiązań na sąsiednią zabudowę.

Lej depresji – depresja (obniżenie) powierzchni zwierciadła wody podziemnej wokół studni, ujęcia, kopalni itp. wywołana jej pompowaniem. Lej depresji przedstawia się za pomocą linii jednakowych depresji. Przy pompowaniu studni w warstwie jednorodnej lej depresji wykazuje symetrię walcową (linie jednakowej depresji są okręgami) i charakteryzuje się go depresją w studni i promieniem leja depresji. W rzeczywistych warunkach przepływu strumienia wód podziemnych lej depresji przyjmuje asymetryczny kształt elipsy wydłużonej w kierunku napływu wód. W praktycznych obliczeniach dopływu wody do studni wykorzystuje się liczne wzory doświadczalne i metody graficzne określania promienia leja depresji. Jedną z nich jest proponowany do stosowania wzór Sichardta.

(Oprac. M. Czop)

Źródło: T. Bocheńska i inni, *Słownik hydrogeologiczny*, Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa 2002, <https://www.gov.pl/web/klimat/hydrogeologia> (dostęp: maj 2022).



Strefa aeracji – obszar zawarty między powierzchnią ziemi a strefą wzniosu kapilarnego. W strefie aeracji pustki skalne wypełniają powietrze i woda występująca w postaci pary wodnej, wody związanej (woda higroskopijna, woda błonkowa) oraz wody wolnej (wody zawieszanej i wsiąkowej).

Źródło: T. Bocheńska i inni, dz. cyt.

Strefa saturacji – strefa występowania skał, w których wolne przestrzenie (pory, szczeliny, próżnie krasowe) wypełnione są całkowicie wodą. Górna powierzchnia tej strefy (zwierciadło wód podziemnych) graniczy ze strefą aeracji.

Źródło: Tatiana Bocheńska i inni, dz. cyt.

Szkodliwa zmiana stanu wód na gruncie – ogół działań przedstawionych w art. 234 Prawa wodnego. Polegać może na: 1) zmianie kierunku i natężenia odpływu wód opadowych lub roztopowych albo kierunku odpływu wód ze źródeł – ze szkodą dla gruntów sąsiednich; 2) odprowadzaniu wód oraz wprowadzaniu ścieków na grunty sąsiednie. Może być spowodowana zmianą ukształtowania powierzchni działki w wyniku wykonania robót ziemnych, w tym szczególnie budowy nasypów i rowów lub nawet zmianą sposobu zagospodarowania terenu, w tym na przykład zmiany charakteru powierzchni z naturalnego na uszczelniony.

Źródło: Ustawa z dnia 20 lipca 2017 r. Prawo wodne (Dz. U. 2017, poz. 1566).

Szkody hydrogeologiczne – uszkodzenie powierzchni i jej zabudowy powstające wskutek zmiany warunków hydrogeologicznych. Najbardziej dotkliwe szkody hydrogeologiczne powstają w obrębie lejów depresji studni i systemów drenażowych, gdzie w wyniku odwadniania następuje obniżenie zwierciadła wód podziemnych, co z kolei może wywołać osiadania powierzchni terenu, często o charakterze nierównomiernym.

Źródło: T. Bocheńska i inni, dz. cyt.

Wody podziemne – wody wolne podlegające siłom ciężkości, występujące w strefie saturacji poniżej zwierciadła wód podziemnych w obrębie utworów wodonośnych. Największe znaczenie mają wody podziemne będące w obiegu, pochodzenia atmosferycznego, meteorycznego, a więc zasilane z opadów, słodkie, o mineralizacji poniżej 1,0 lub 2,0 g/dm³. Zasilanie tych wód podziemnych następuje w procesie infiltracji rozpoczynającym się wsiąkaniem części wód opadowych i roztopowych, a następnie przesączaniem się ich przez strefę aeracji (pomiędzy powierzchnią terenu a zwierciadłem wód podziemnych), w obrębie której woda jest częściowo magazynowana (retencja glebowa, retencja gruntowa), częściowo spływa (odpływ podpowierzchniowy, śródpokrywowy), a także paruje (parowanie podziemne). W strefie saturacji następuje przepływ ku ciekom i zbiornikom wód powierzchniowych (odpływ podziemny, drenaż wód podziemnych), a także zachodzi zatrzymanie części wody (retencja podziemna).

Źródło: T. Bocheńska i inni, dz. cyt.

Wody przypowierzchniowe – wody strefy aeracji występujące ponad zwierciadłem wód podziemnych, zwane też ogólnie zawieszonymi: wody związane, wody kapilarne (częścią z nich są wody glebowe), a także wody wolne grawitacyjnie przemieszczające się, przepływające przez strefę aeracji do zwierciadła wód podziemnych, do wód podziemnych swobodnych. Do wód przypowierzchniowych zalicza się też niekiedy poziomy wodonośne zawieszone i bardzo płytko występujące wody podziemne (strefa aeracji małej miąższości).

Źródło: T. Bocheńska i inni, dz. cyt.

Wzór Sichardta – zależność teoretyczna wykorzystywana do określania zasięgu leja depresji dla studni lub systemu drenażowego (w tzw. metodzie „wielkiej studni”). Opracowana oryginalnie dla warstw wodonośnych o zwierciadle swobodnym z zasilaniem z infiltracji wód opadowych i roztopowych, ale możliwa również do stosowania w praktyce dla warstw wodonośnych o zwierciadle naporowym, czyli o charakterze uniwersalnym dla każdego rodzaju warunków hydrogeologicznych.

Równanie ma postać:

$$R = 3000 s\sqrt{k}$$

gdzie:

R – promień zasięgu leja depresji [m];

s – wielkość obniżenia zwierciadła wody (depresja) w wyniku pompowania wody ze studni, zespołu studni lub innego systemu drenażowego (np. zespołu studni, systemów igłofiltrów i innych) [m];

k – współczynnik filtracji odwadnianej warstwy wodonośnej [m/s].

Nazwa klasy przepuszczalności	Wartości graniczne współczynnika filtracji k [m/s]	Typowe grunty/skały
Bardzo dobra	powyżej 1×10^{-3}	rumosze skalne, piargi, żwiry i pospółki, piaski gruboziarniste
Dobra	1×10^{-4} – 1×10^{-3}	piaski różnoziarniste i średnioziarniste, skały masywne z gęstą siecią spękań
Średnia	1×10^{-5} – 1×10^{-4}	piaski drobnoziarniste, mady na podłożu piaszczystym, lessy, piaski słabo gliniaste (wykształcone na gruntach piaszczystych), gleby i grunty organiczne
Słaba	1×10^{-6} – 1×10^{-5}	piaski pylaste, piaski gliniaste lekkie i mocne, mułki, mady na podłożu lessowym i pylastym oraz rędziny w dolinach i zagłębieniach
Bardzo słaba (utwory półprzepuszczalne)	1×10^{-8} – 1×10^{-6}	gliny lekkie i średnie, pyły zwykłe i ilaste, lessy ilaste, namuły, mułowce, ropy piaszczyste, skały masywne z małą intensywnością spękań
Praktycznie zerowa (utwory praktycznie nieprzepuszczalne)	poniżej 1×10^{-8}	gliny ciężkie, ropy ciężkie, ropy pylaste itp. oraz mady na glinach ciężkich oraz marglach, skały masywne lite, tj. bez spękań

Stosując skrajne wartości współczynnika filtracji dla typowych utworów geologicznych występujących w podłożu obiektów zabytkowych, uzyskuje się uproszczoną wersję wzoru Sichardta, w którym promień zasięgu leja depresji (R) zależy tylko od wielkości obniżenia zwierciadła wód podziemnych (s) przez studnię lub system drenażowy. Uproszczona wersja wzoru Sichardta ma następujące postacie:

- dla żwirów oraz piasków gruboziarnistych, średnioziarnistych i różnoziarnistych:
 $k = 1 \times 10^{-3} \text{ m/s} \rightarrow R \approx 95 \text{ s}$
- dla piasków drobnoziarnistych, lessów, mad i gruntów organicznych
 $k = 1 \times 10^{-4} \text{ m/s} \rightarrow R \approx 30 \text{ s}$
- piasków pylastych, piasków gliniastych i mułków
 $k = 1 \times 10^{-5} \text{ m/s} \rightarrow R \approx 10 \text{ s}$

(oprac. M. Czop)

Źródła: 1. M. Rogoż, *Metody obliczeniowe w hydrogeologii*, Wydawnictwo Naukowe Śląsk, Katowice 2012; T. Bocheńska i inni, dz. cyt.

Wzór Driscolla – zależność teoretyczna opisująca skalę (wielkość) zagrożenia ze strony drzewostanu dla istniejących zabudowań wyrażona przez wartość współczynnika IP. Uzyskany wynik jest obarczony znacznym błędem ze względu na bardzo ogólny charakter i dużą uznaniowość parametrów obliczeniowych. Podstawowym warunkiem zastosowania wzoru Driscolla jest występowanie w podłożu wyłącznie gruntów spójnych oraz położenie zwierciadła wód podziemnych poniżej poziomu posadowienia obiektu. Praktyczne stosowanie przedmiotowej zależności dla typowych warunków geologicznych i hydrogeologicznych, w tym znacznie bardziej skomplikowanych i niespełniających wyżej wymienionych założeń jest kompletnie błędne. Istnieją nowsze i bardziej wiarygodne wskazania w zakresie oceny zagrożeń dla budynków stwarzanych przez sąsiedztwo drzew oraz skutecznego przeciwdziałania tym zagrożeniom.

(oprac. W. Bobek, R. Paruch)

Źródło: R. Driscoll, H. Skinner, *Subsidence damage to domestic buildings. A guide to good technical practice*. IHS BRE Press, Watford 2007.

Zagrożenia hydrologiczne budynków i obiektów zabytkowych – ogół naturalnych i spowodowanych przez działalność człowieka procesów i zjawisk wpływających w niekorzystny sposób na budynki i obiekty zabytkowe, których głównym czynnikiem sprawczym jest woda w różnych stanach skupienia, pochodząca z opadów atmosferycznych (wody opadowe i roztopowe), a także występująca w utworach budujących podłoże (wody występujące w strefie aeracji oraz wody podziemne) lub dostarczana w wyniku działalności człowieka (np. ścieki, woda wodociągowa, woda do nawodnień i inne). Zagrożenia hydrologiczne obejmują szeroki zakres niekorzystnych procesów i zjawisk, głównie spękania i odkształcenia oraz inne uszkodzenia związane z osiadaniem (kompakcją) lub pęcznieniem gruntów wskutek zmian naturalnych warunków wodnych w podłożu oraz podtopienia terenu i podziemnych kondygnacji budynków, w tym zawilgocenia oraz okresowe i stałe zalewania.

(oprac. M. Czop)

Zwierciadło wód podziemnych – powierzchnia oddzielająca strefę saturacji od strefy aeracji (strefę kapilarną od strefy podziemnych wód swobodnych, wolnych). Zwierciadło wód podziemnych ukształtowane w wyniku oddziaływania naturalnych procesów hydrogeologicznych może być sztucznie zmieniane: a) obniżane – w wyniku poboru wody przez studnie i systemy drenażowe, w tym przez odwodnienia budowlane oraz b) podnoszone – w wyniku zwiększonego zasilania warstwy wodonośnej przez wody opadowe i roztopowe lub z innego typu przesiąkania oraz zastosowania przeston hydroizolacyjnych, w tym wykonywanych w ramach prac budowlanych.

Źródło: T. Bocheńska i inni, dz. cyt.