

ZASADY SPORZĄDZANIA DOKUMENTACJI OKREŚLAJĄCYCH WARUNKI HYDROGEOLOGICZNE

# ZASADY SPORZĄDZANIA DOKUMENTACJI OKREŚLAJĄCYCH WARUNKI HYDROGEOLOGICZNE W ZWIĄZKU Z PROJEKTOWANIEM DRÓG KRAJOWYCH I AUTOSTRAD

PORADNIK METODYCZNY

Autor wiodący – Andrzej Rodzoch



ISBN 83-86564-83-0

Warszawa 2006



**MINISTERSTWO ŚRODOWISKA**

**ZASADY  
SPORZĄDZANIA DOKUMENTACJI  
OKREŚLAJĄCYCH  
WARUNKI HYDROGEOLOGICZNE  
W ZWIĄZKU Z PROJEKTOWANIEM  
DRÓG KRAJOWYCH I AUTOSTRAD**

**PORADNIK METODYCZNY**

**Autor wiodący – Andrzej Rodzoch**



**NARODOWY FUNDUSZ OCHRONY ŚRODOWISKA  
I GOSPODARKI WODNEJ**

**Warszawa 2006**

### **Zespół autorski**

Andrzej Rodzoch – autor wiodący (rozdz. 2, 4, 5), Agnieszka Kuśmierz (rozdz. 1, 2, 3), Halina Sawicka-Siarkiewicz (rozdz. 3), Jan Borzyszkowski (rozdz. 1, 2, 3), Zbigniew Bestyński (rozdz. 4), Anna Dobkowska (rozdz. 5), Jerzy Górka (rozdz. 5), Leszek Kruk (rozdz. 5), Jolanta Leśniak (rozdz. 5), Hanna Oficjalska (rozdz. 5), Andrzej Pacholewski (rozdz. 5), Andrzej Tkaczyk (rozdz. 4).

### **Ilustracje**

Zespół autorski

### **Fotografia na okładce**

Halina Sawicka-Siarkiewicz

### **Opracowanie edytorskie**

Alicja Sienkiewicz, Marta Radwan-Röhrenscheff

Opracowanie zamówione przez **Ministra Środowiska**

zrealizowane przez:

**SEGI-AT Sp. z o.o.** 02-867 Warszawa, ul. Baletowa 30;

**Instytut Ochrony Środowiska**, 00-548 Warszawa, ul. Krucza 5/11;

**Krakowskie Przedsiębiorstwo Geologiczne ProGeo Sp. z o.o.**,  
31-161 Kraków, ul. Szlak 10/5.

### **sfinansowane ze środków**

Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej

© Copyright by Ministerstwo Środowiska, Warszawa 2006

ISBN 83-86564-83-0

### **Wydawca**



Instytut Ochrony Środowiska

Dział Wydawnictw

00-548 Warszawa, ul. Krucza 5/11

tel. (0-22) 628-15-69; (0-22) 625-10-05 w. 58

www.ios.edu.pl; e-mail: alicja.sienkiewicz@ios.edu.pl

Przygotowanie do druku i druk

Wydawnictwo Naukowe Gabriel Borowski

www.wngb.com.pl

# SPIS TREŚCI

WPROWADZENIE .....	5
1. PRZEPISY PRAWNE W ZAKRESIE OCHRONY ŚRODOWISKA GRUNTO- WO-WODNEGO ZWIĄZANE Z BUDOWĄ I EKSPLOATACJĄ AUTOSTRAD I DRÓG KRAJOWYCH .....	7
2. MIEJSCE DOKUMENTACJI HYDROGEOLOGICZNEJ W PROCESIE INWE- STYCYJNYM PRZEDSIĘWZIĘĆ DROGOWYCH .....	12
2.1. Analiza stanu aktualnego .....	12
2.2. Miejsce dokumentacji hydrogeologicznej w procesie inwestycyjnym .....	16
2.3. Rola i zakres dokumentacji hydrogeologicznej i geologiczno-inżynierskiej w procesie inwestycyjnym przedsięwzięć drogowych .....	19
3. PRZYCZYNY I ZAPOBIEGANIE ZAGROŻENIOM ŚRODOWISKA GRUNTO- WO-WODNEGO .....	21
3.1. Zagrożenia środowiska gruntowo-wodnego .....	21
3.2. Odprowadzanie wód opadowych i roztopowych do środowiska gruntowo- wodnego .....	22
3.2.1. Warunki i standardy emisyjne odprowadzania spływów opadowych i roztopowych z dróg .....	22
3.2.2. Czynniki determinujące sposób ograniczania ujemnego oddziaływania wód opadowych na środowisko gruntowo-wodne .....	24
3.2.3. Technologie zabezpieczania środowiska gruntowo-wodnego przed negatywnym oddziaływaniem wód opadowych odprowadzanych z dróg ...	26
4. ZASADY SPORZĄDZANIA DOKUMENTACJI HYDROGEOLOGICZNYCH W ZWIĄZKU Z PROJEKTOWANIEM DRÓG KRAJOWYCH I AUTOSTRAD ....	37
4.1. Ogólny schemat procesu dokumentowania hydrogeologicznego .....	37
4.2. Wymagania formalne .....	40
4.3. Zasady sporządzania ogólnej dokumentacji hydrogeologicznej .....	44
4.3.1. Zbieranie i weryfikacja materiałów archiwalnych .....	44
4.3.2. Prace terenowe i laboratoryjne .....	49
4.3.2.1. Kartowanie hydrogeologiczne i sozologiczne .....	49
4.3.2.2. Kartowanie hydrochemiczne i pobieranie prób wody do analiz laboratoryjnych .....	53
4.3.2.3. Prace laboratoryjne .....	55

4.3.3.	Zawartość i forma dokumentacji .....	58
4.3.3.1.	Spis treści .....	58
4.3.3.2.	Zakres i sposób prezentacji treści dokumentacji .....	59
4.3.3.3.	Wytyczne sporządzania głównych załączników graficznych ...	66
4.3.4.	Szczegółowe wytyczne metodyczne prac dokumentacyjnych .....	70
4.3.4.1.	Ocena naturalnej podatności wód podziemnych na zanieczyszczenie .....	70
4.3.4.2.	Ocena stanu jakościowego wód podziemnych .....	81
4.3.4.3.	Ocena zagrożenia środowiska gruntowo-wodnego .....	84
4.3.4.4.	Wytyczne organizacji monitoringu wód podziemnych .....	89
4.3.4.5.	Wyznaczanie odcinków problemowych do szczegółowego udokumentowania .....	91
4.4.	Zasady sporządzania szczegółowej dokumentacji hydrogeologicznej dla odcinków problemowych .....	93
4.4.1.	Projektowanie i wykonywanie prac i badań hydrogeologicznych .....	93
4.4.1.1.	Wymagania formalne .....	93
4.4.1.2.	Zawartość i forma projektu .....	96
4.4.1.3.	Zasady projektowania i wykonywania prac wiertniczych .....	101
4.4.1.4.	Zasady projektowania i wykonywania prac geofizycznych ...	109
4.4.2.	Wytyczne sporządzanie szczegółowej dokumentacji hydrogeologicznej ..	115
5.	PRZYKŁADY DOKUMENTACJI OKREŚLAJĄCYCH WARUNKI HYDROGEOLOGICZNE REJONÓW LOKALIZACJI AUTOSTRAD .....	117
5.1.	Uwagi wprowadzające .....	117
5.2.	Dokumentacja odcinka autostrady przebiegającego przez obszar głównego zbiornika wód podziemnych na Niżu Polskim .....	118
5.3.	Dokumentacja odcinka autostrady przebiegającego przez obszar głównego zbiornika wód podziemnych na Górnym Śląsku .....	122
5.4.	Dokumentacja odcinka autostrady przebiegającego przez dolinę rzeczną .....	125
5.5.	Dokumentacja odcinka autostrady przebiegającego przez obszar głównego zbiornika wód podziemnych w ośrodku porowym w rejonie ujęć wody .....	129
5.6.	Dokumentacja odcinka autostrady przebiegającego przez obszar głównego zbiornika wód podziemnych w ośrodku szczelinowo-krasowym w rejonie ujęcia wody .....	133
	PIŚMIENNICTWO .....	139

## WPROWADZENIE

Budowa i eksploatacja autostrad oraz innych dróg o dużym natężeniu ruchu jest przedmiotem wielu szczegółowych regulacji prawnych ze względu na ich oddziaływanie na środowisko<sup>1</sup>. W procesie inwestycyjnym przedsięwzięć drogowych, przed wydaniem ostatecznej decyzji lokalizacyjnej, bardzo dużą wagę przykładają się do rozpoznania i udokumentowania zagrożeń środowiska, w tym także środowiska wód podziemnych. Analiza zagrożeń prowadzona jest w ramach procedury oceny oddziaływania projektowanej inwestycji na środowisko, a w wypadku wód podziemnych, w bardzo ograniczonym zakresie, także w ramach sporządzania dokumentacji geologiczno-inżynierskich wykonywanych na różnych etapach procesu inwestycyjnego. Dotychczasowe doświadczenia pokazują jednak, że analiza uwarunkowań hydrogeologicznych lokalizacji dużych przedsięwzięć drogowych zawarta w tych opracowaniach jest daleko niewystarczająca. Taki stan rzeczy częściowo wynika z tego, że na dzień dzisiejszy obowiązek sporządzenia dokumentacji hydrogeologicznej dla tego typu inwestycji nie został nałożony żadnymi przepisami, chociaż ustawa – Prawo geologiczne i górnicze z 1994 r. stwarza możliwość ich wykonywania w ramach specjalnych dokumentacji określających warunki hydrogeologiczne w związku z projektowaniem inwestycji mogących zanieczyszczyć wody podziemne<sup>2</sup>. Ogólne zasady i wymagania dotyczące sporządzania tego typu dokumentacji są określone w § 12 rozporządzenia wykonawczego do tej ustawy<sup>3</sup>. Dążąc do zmiany istniejącego stanu rzeczy, Departament Geologii i Koncesji Geologicznych Ministerstwa Środowiska podjął inicjatywę mającą na celu nadanie właściwej rangi dokumentacji hydrogeologicznej w procesie budowy dróg krajowych i autostrad. W pierwszym etapie zostało zlecone wykonanie takich dokumentacji dla 5 wytypowanych odcinków autostrad zlokalizowanych w różnych częściach Polski, o zróżnicowanych warunkach hydrogeologicznych. Następnie, wykorzystując doświadczenie zdobyte przy realizacji tych dokumentacji, opracowano niniejszy poradnik metodyczny.

---

<sup>1</sup> Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 9 listopada 2004 r. w sprawie określenia rodzajów przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko oraz szczegółowych uwarunkowań związanych z kwalifikowaniem przedsięwzięcia do sporządzenia raportu o oddziaływaniu na środowisko (Dz U z 2004 r., nr 257, poz. 2573, z późn. zm.), § 2, ust.1, pkt 29 i 30 (autostrady, drogi ekspresowe i drogi krajowe o nie mniej niż 4 pasach ruchu i długości co najmniej 10 km).

<sup>2</sup> Art.42, ust.1, pkt d) ustawy (t. jedn.: Dz U z 2005 r. nr 229, poz.1947).

<sup>3</sup> Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 3 października 2005 r. w sprawie szczegółowych wymagań, jakim powinny odpowiadać dokumentacje hydrogeologiczne i geologiczno-inżynierskie (Dz U z 2005 r., nr 201, poz. 1673).

Dokumentowanie hydrogeologiczne na potrzeby projektowania inwestycji drogowych, w tym zwłaszcza autostrad, jest specyficznym zadaniem geologicznym ze względu na charakter i zasięg możliwego ich oddziaływania na środowisko gruntowo-wodne. Szczególną uwagę należy w nim zwrócić na rozpoznanie naturalnej wrażliwości wód podziemnych na zanieczyszczenie oraz sposób przemieszczania się zanieczyszczeń. Proponowany w niniejszym poradniku sposób postępowania przy projektowaniu prac geologicznych i wykonywaniu dokumentacji hydrogeologicznych opiera się na naszych krajowych doświadczeniach i osiągnięciach metodycznych w dziedzinie hydrogeologii. Oprócz spraw dotyczących sposobu prowadzenia hydrogeologicznych prac projektowych i dokumentacyjnych, w poradniku przedstawiono również w sposób ogólny kwestie formalno-prawne oraz najważniejsze zagadnienia techniczne dotyczące sposobów ograniczania wpływu inwestycji drogowych na stan środowiska gruntowo-wodnego. Przedstawioną w poradniku metodykę dokumentowania hydrogeologicznego zilustrowano pięcioma przykładami dokumentacji wykonanych dla wybranych odcinków autostrad.

Poradnik ten jest w pierwszej kolejności kierowany do hydrogeologów, którzy będą projektowali prace geologiczne oraz wykonywali dokumentacje hydrogeologiczne w związku z projektowaniem autostrad i innych dróg o dużym natężeniu ruchu. Zalecany jest również dla osób zajmujących się sporządzaniem raportów o oddziaływaniu na środowisko, a także geologów inżynierskich wypowiadających się na temat zagrożeń wód podziemnych w sporządzanych przez siebie dokumentacjach geologiczno-inżynierskich.

Byłoby rzeczą wielce wskazaną, aby z poradnika tego korzystali również inwestorzy autostrad i dróg ekspresowych oraz przedstawiciele terenowej administracji geologicznej i ochrony środowiska sprawujący nadzór nad realizacją inwestycji zgodnie z wymaganiami ochrony środowiska.

Zespół autorski składa podziękowania dr. Piotrowi Herbichowi, mgr. Ryszardowi Zakrzewskiemu i dr. Tomaszowi Zapaśnikowi, za cenne uwagi i propozycje merytoryczne.

# 1. PRZEPISY PRAWNE W ZAKRESIE OCHRONY ŚRODOWISKA GRUNTOWO-WODNEGO ZWIĄZANE Z BUDOWĄ I EKSPLOATACJĄ AUTOSTRAD I DRÓG KRAJOWYCH

Najważniejszym aktem prawnym, w którym reguluje się zagadnienia dotyczące dokumentowania warunków hydrogeologicznych, jest ustawa z dnia 4 lutego 1994 r. – Prawo geologiczne i górnicze (Dz U z 1994 r., nr 27, poz. 96, z późn. zm.), do której istnieje wiele przepisów wykonawczych. Z punktu widzenia problematyki niniejszego poradnika najistotniejsze są dwa rozporządzenia:

- ❑ rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 19 grudnia 2001 r. w sprawie projektów prac geologicznych (Dz U z 2001r., nr 153, poz. 1777),
- ❑ rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 3 października 2005 r. w sprawie szczegółowych wymagań, jakim powinny odpowiadać dokumentacje hydrogeologiczne i geologiczno-inżynierskie (Dz U z 2005 r., nr 201, poz. 1673).

Ochrona wód podziemnych, istotna przy budowie i eksploatacji autostrad i innych dróg krajowych oraz obiektów z nimi związanych, stanowi także przedmiot uregulowań następujących aktów prawnych:

- ❑ ustawa z dnia 18 lipca 2001 r. – Prawo wodne (t. jedn.: Dz U z 2005 r., nr 239, poz. 2019 z późn. zm.), która reguluje gospodarowanie wodami zgodnie z zasadą zrównoważonego rozwoju, kształtowanie i ochronę zasobów wodnych, korzystanie z wód oraz zarządzanie zasobami wodnymi;
- ❑ ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. – Prawo Ochrony Środowiska (Dz U z 2001 r., nr 62, poz. 627, z późn. zm.), która jest podstawowym przepisem w zakresie ochrony środowiska w Polsce (w tym ochrony wód – dział III w tytule II pt. Ochrona zasobów środowiska, a także postępowania w sprawie oceny oddziaływania na środowisko – dział VI w tytule I pt. Przepisy ogólne).

Spośród wielu aktów wykonawczych do ustawy – Prawo wodne, uwzględnienie przepisów niektórych z nich jest istotne na etapie budowy i eksploatacji autostrady, np. rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 8 lipca 2004 r. w sprawie warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód lub do ziemi, oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego (Dz U z 2004 r., nr 168, poz. 1763). W rozporządzeniu tym określono m. in. substancje szczególnie szkodliwe dla środowiska wodnego, powodujące zanieczyszczenie wód,



które powinny być eliminowane (zał. 11 – wykaz I), oraz substancje szczególnie szkodliwe dla środowiska wodnego, powodujące zanieczyszczenie wód, które powinny być ograniczane (zał. 12 – wykaz II). Substancje takie mogą być wprowadzane do środowiska w wyniku oddziaływania funkcjonujących dróg. Zgodnie z przywołanym rozporządzeniem z dnia 8 lipca 2004 r.:

- Wykaz I stanowią poszczególne substancje z wyjątkiem tych, które charakteryzują się niewielką toksycznością, trwałością i bioakumulacją, i z tego powodu są biologicznie nieszkodliwe lub są szybko przekształcane w wodzie w substancje biologicznie nieszkodliwe – należące do następujących rodzin i grup substancji:

(...) 5. rtęć i jej związki,

6. kadm i jego związki,

7. trwałe oleje mineralne i węglowodory<sup>1)</sup>

Dla 16 substancji z wykazu I zostały ustalone najwyższe dopuszczalne wartości.

- Wykaz II stanowią:

(...) 2. niektóre substancje lub kategorie substancji należące do rodzin i grup substancji wymienionych niżej, które mają szkodliwy wpływ na środowisko wodne na określonym obszarze:

a) następujące niemetale i metale oraz ich związki: cynk, miedź, nikiel, chrom, ołów, selen, arsen, antymon, molibden, tytan, cyna, bar, beryl, bor, uran, wanad, kobalt, tal, tellur, srebro, (...),

f) nietrwałe oleje mineralne i węglowodory ropopochodne<sup>2)</sup>, (...),

h) substancje, które ujemnie wpływają na bilans tlenu w wodzie, szczególnie amoniak i azotyny.

Dla wybranych substancji z wykazu II zostały ustalone najwyższe dopuszczalne wartości.

---

Objaśnienia:

<sup>1)</sup> Trwałe oleje mineralne i węglowodory ropopochodne są substancjami ciekłymi pochodzącymi z ropy naftowej lub przeróbki chemicznej węgla, a także sama ropa naftowa, charakteryzujące się trudną rozpuszczalnością w wodzie, niską i bardzo niską prężnością par, a przez to pozostające przez długi okres w środowisku wodnym przy praktycznym braku emisji ich składników do atmosfery.

<sup>2)</sup> Nietrwałe oleje mineralne i węglowodory ropopochodne są substancjami gazowymi lub ciekłymi o niskich temperaturach wrzenia (charakteryzujące się wysoką prężnością par i trudno emulgujące się w wodzie), które w normalnych warunkach łatwo odparowują, przemieszczając się tym samym ze środowiska wodnego do powietrza atmosferycznego.

---

W ustawie – Prawo ochrony środowiska, w ust. 1 art. 98 zamieszczono stwierdzenie, że „Wody podziemne i obszary ich zasilania podlegają ochronie polegającej w szczególności na (...) zmniejszaniu ryzyka zanieczyszczenia tych wód poprzez ograniczenie oddziaływania na obszary ich zasilania (...). W ust. 1 art. 100

wspomnianej ustawy zawarty jest zapis, że: *Przy planowaniu i realizacji przedsięwzięcia powinny być stosowane rozwiązania, które ograniczą zmianę stosunków wodnych do rozmiarów niezbędnych ze względu na specyfikę przedsięwzięcia.*

W części ustawy dotyczącej postępowania w sprawie oceny oddziaływania na środowisko konieczność uwzględnienia ochrony wód jest zawarta w ust. 1 art. 52 dotyczącym zakresu raportu o oddziaływaniu przedsięwzięcia na środowisko.

Ważnym aktem wykonawczym do ustawy – Prawo ochrony środowiska jest rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 9 listopada 2004 r. w sprawie określenia rodzajów przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko oraz szczegółowych uwarunkowań związanych z kwalifikowaniem przedsięwzięcia do sporządzenia raportu o oddziaływaniu na środowisko (Dz U z 2004 r., nr 257, poz. 2573, z późn. zm.).

W wymienionym rozporządzeniu uznaje się konieczność sporządzenia raportu o oddziaływaniu na środowisko dla przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko, do których w pkt 29 i 30 ust. 1 w §2 rozporządzenia zalicza się autostrady i drogi ekspresowe oraz drogi krajowe i inne drogi publiczne o nie mniej niż czterech pasach ruchu, o długości nie mniejszej niż 10 km. Ponadto w ust. 1 §3 rozporządzenia wymienia się rodzaje przedsięwzięć, które (wg organu wydającego decyzję) mogą wymagać sporządzenia raportu o oddziaływaniu przedsięwzięcia na środowisko, w tym wymienia się drogi publiczne o nawierzchni utwardzonej, niewymienione w pkt 29 i 30, ust. 1 w §2 o długości nie mniejszej niż 1 km.

Przywołane rozporządzenie stanowi podstawę prawną do stwierdzenia konieczności sporządzenia raportu o oddziaływaniu na środowisko, a tym samym do uruchomienia procesu rozpoznania hydrogeologicznego i analizy potrzeb ochrony wód podziemnych, wykonywanych w ramach opracowania dokumentacji hydrogeologicznej.

Oprócz przedstawionych przepisów prawnych dotyczących bezpośrednio ochrony środowiska ważne i odnoszące się do omawianych problemów są przepisy dotyczące autostrad i dróg krajowych, które mogą być przydatne dla hydrogeologa wykonującego projekt prac geologicznych i dokumentację hydrogeologiczną, jako ogólne informacje o występowaniu i funkcjonowaniu obiektów autostradowych podlegających rozpoznaniu i ocenie ich skutków środowiskowych. Podstawowa znajomość takich przepisów niewątpliwie ułatwi wykonanie dokumentacji hydrogeologicznej uwzględniającej specyfikę autostrad. Należy jednak wziąć pod uwagę, że często przepisy te nie posiadają bezpośredniego odniesienia do środowiska gruntowo-wodnego i jego ochrony.

Podstawowym przepisem w tej grupie jest ustawa z dnia 21 marca 1985 r. o drogach publicznych (t. jedn.: Dz U z 2004 r., nr 204, poz. 2086), w której określono podział dróg publicznych na kategorie w zależności od ich funkcji w sieci drogowej. Wyróżniono m. in. drogi krajowe, do których zalicza drogi ekspresowe i autostrady (art. 3 ustawy). Zgodnie z ustawą o drogach publicznych autostrady i drogi ekspresowe oraz drogi leżące w ich ciągach do czasu wybudowania autostrad i dróg ekspresowych są drogami krajowymi.

Ważnym aktem prawnym ze względu na rozpatrywane zagadnienia jest ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. – Prawo budowlane (Dz U z 2003 r., nr 207, poz. 2016, z późn. zm.), szczególnie niektóre akty wykonawcze do tej ustawy, bezpośrednio odnoszące się do warunków hydrogeologicznych w rejonach dróg. Wśród tych aktów wykonawczych na szczególną uwagę zasługuje rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 2 marca 1999 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie (Dz U z 1999 r., nr 43, poz. 430). W zapisach tego rozporządzenia zwraca się uwagę na uwzględnienie warunków hydrogeologicznych i ochronę wód (§ 7 i § 108, a ponadto § 184 i § 185 rozporządzenia). Szczególnie istotne są zapisy § 184, a w tym zapis następujący:

1. ***Przy projektowaniu i wykonaniu drogi powinno się uwzględniać warunki hydrogeologiczne panujące w jej otoczeniu, a w szczególności:***
  - 1) *usytuowanie obszarów zasilania wód podziemnych,*
  - 2) *charakterystykę geologiczną utworów powierzchniowych oraz możliwości występowania w strefie oddziaływania drogi procesów geodynamicznych,*
  - 3) *możliwości nie kontrolowanego przenikania zanieczyszczeń do wód powierzchniowych i podziemnych.*
2. ***Przy wykonywaniu drogi nie powinno się dopuszczać do nie kontrolowanych spływów wód z pasa drogowego, mogących uruchomić procesy erozyjne lub zanieczyścić okresowo wody gruntowe i powierzchniowe.***

Ważne są również zapisy w § 185 przywołanego wyżej rozporządzenia, a mianowicie:

1. ***Przy projektowaniu i wykonaniu drogi powinno się ograniczać możliwe zmiany i zakłócenia w stosunkach wodnych w strefie wpływu drogi, określonej w ocenie oddziaływania na środowisko, uwzględniając przepisy prawa wodnego oraz naruszania powierzchniowych utworów geologicznych.***
2. *Jeżeli prognozowane poziomy zanieczyszczenia wód i gleb przekraczają wartości dopuszczalne, określone w przepisach odrębnych, powinno się przewidzieć zastosowanie odpowiednich środków ochrony eliminujących lub ograniczających skutki działania tych zanieczyszczeń.*
3. *Urządzenia ochrony wód i gleb mogą być wykonane także po wybudowaniu drogi w przypadku stwierdzenia przekroczenia dopuszczalnych poziomów zanieczyszczeń wód i gleb.*
4. *Za podstawowe urządzenia ochrony uważa się:*
  - 1) *w odniesieniu do wód – separatory, oczyszczalniki i oczyszczalnie wód (...).*

W rozporządzeniu Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 30 maja 2000 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogowe obiekty inżynierskie i ich usytuowanie (Dz U z 2000 r., nr 63, poz. 735) podkreślono konieczność uwzględnienia wymagań ochrony środowiska, a w szczególności

zaleceń ocen oddziaływania na środowisko w usytuowaniu obiektów inżynierskich (§ 8 rozporządzenia), wprowadzenia rozwiązań zabezpieczających grunt i wody przed skutkami wypadków drogowych (§ 9 rozporządzenia), dostosowania rozwiązań konstrukcyjnych do (wymagań) środowiska wodnego i gruntowo-wodnego (§156 rozporządzenia).

Kolejnym ważnym aktem wykonawczym w tej grupie jest rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 16 stycznia 2002 r. w sprawie przepisów techniczno-budowlanych dotyczących autostrad płatnych (Dz U z 2002 r., nr 12, poz. 116), w którego przepisach określono zarówno warunki wykonania autostrady, jak i ochrony środowiska (§ 123 – § 129). Mają one jednak charakter ogólnych wymagań ochrony środowiska w procesie projektowania i budowy autostrady.

## 2. MIEJSCE DOKUMENTACJI HYDROGEOLOGICZNEJ W PROCESIE INWESTYCYJNYM PRZEDSIĘWZIĘĆ DROGOWYCH

### 2.1. ANALIZA STANU AKTUALNEGO

Zgodnie z ustawą z dnia 27 października 1994 r. o autostradach płatnych (t. jedn.: Dz U z 2001 r., nr 110, poz. 1192), do momentu wejścia w życie ustawy z dnia 10 kwietnia 2003 r. o szczególnych zasadach przygotowania i realizacji inwestycji w zakresie dróg krajowych (Dz U z 2001 r., nr 80, poz. 721, z późn. zm.), procedura lokalizacji i budowy autostrady odbywała się w 3 etapach:

- uzyskanie decyzji o wskazaniu lokalizacyjnym autostrady,
- uzyskanie decyzji o lokalizacji autostrady,
- uzyskanie decyzji o pozwoleniu na budowę.

Lokalizowanie i budowa innych dróg krajowych, np.: drogi ekspresowe do momentu wejścia w życie ustawy z dnia 10 kwietnia 2003 r. odbywała się w dwóch etapach:

- uzyskanie decyzji o warunkach zabudowy i zagospodarowania terenu,
- uzyskanie decyzji pozwoleniu na budowę.

Obecnie procedury związane z lokalizacją i budową dróg krajowych (w tym autostrad i dróg ekspresowych) reguluje wspomniana wyżej ustawa dnia 10 kwietnia 2003 r. o szczególnych zasadach przygotowania i realizacji inwestycji w zakresie dróg krajowych (Dz U z 2001 r., nr 80, poz. 721, z późn. zm.). Ustawa ta obowiązywać będzie do dnia 31 grudnia 2007 r. Decyzje lokalizacyjne wydane przed wejściem w życie tej ustawy również będą obowiązywać do dnia 31 grudnia 2007 r. (art. 42, ust. 3). Przebieg procesu lokalizacji i budowy dróg obejmuje dwa etapy: decyzję o lokalizacji drogi i decyzję o pozwoleniu na jej budowę.

Inwestorem budowy dróg krajowych jest Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad. Wyjątek stanowią autostrady płatne, do budowy których wyłoniono koncesjonariusza.

Wszystkie decyzje związane z lokalizacją i budową autostrad i dróg ekspresowych są wydawane przez właściwego wojewodę.

Bez względu na procedury związane z lokalizacją i budową dróg krajowych, po wybudowaniu autostrady inwestor jest zobowiązany do uzyskania pozwolenia na jej użytkowanie. Dotyczy to również wszystkich obiektów towarzyszących,

takich jak miejsca obsługi podróżnych, stacje i punkty poboru opłat oraz obwody utrzymania autostrady.

Nowelizacja ustawy – Prawa ochrony środowiska (obowiązująca od dnia 28 lipca 2005 r.) spowodowała, zróżnicowanie procedur w procesie inwestycyjnym dróg krajowych, w odniesieniu do których nie wydano decyzji lokalizacyjnej. Niezbędne jest przed uzyskaniem tej decyzji uzyskanie decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach zgody na realizację przedsięwzięcia. W procesie inwestycyjnym dróg, w odniesieniu do których decyzja lokalizacyjna została wydana, o trybie postępowania (uzyskanie decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach i następnie pozwolenia na budowę lub uzyskanie decyzji o pozwoleniu na budowę zgodnie z ustawą o szczególnych zasadach przygotowania i realizacji inwestycji w zakresie dróg krajowych) decyduje inwestor. Jak już wcześniej wspomniano inwestor będzie podejmował decyzje o trybie postępowania do dnia 31 grudnia 2007 r.

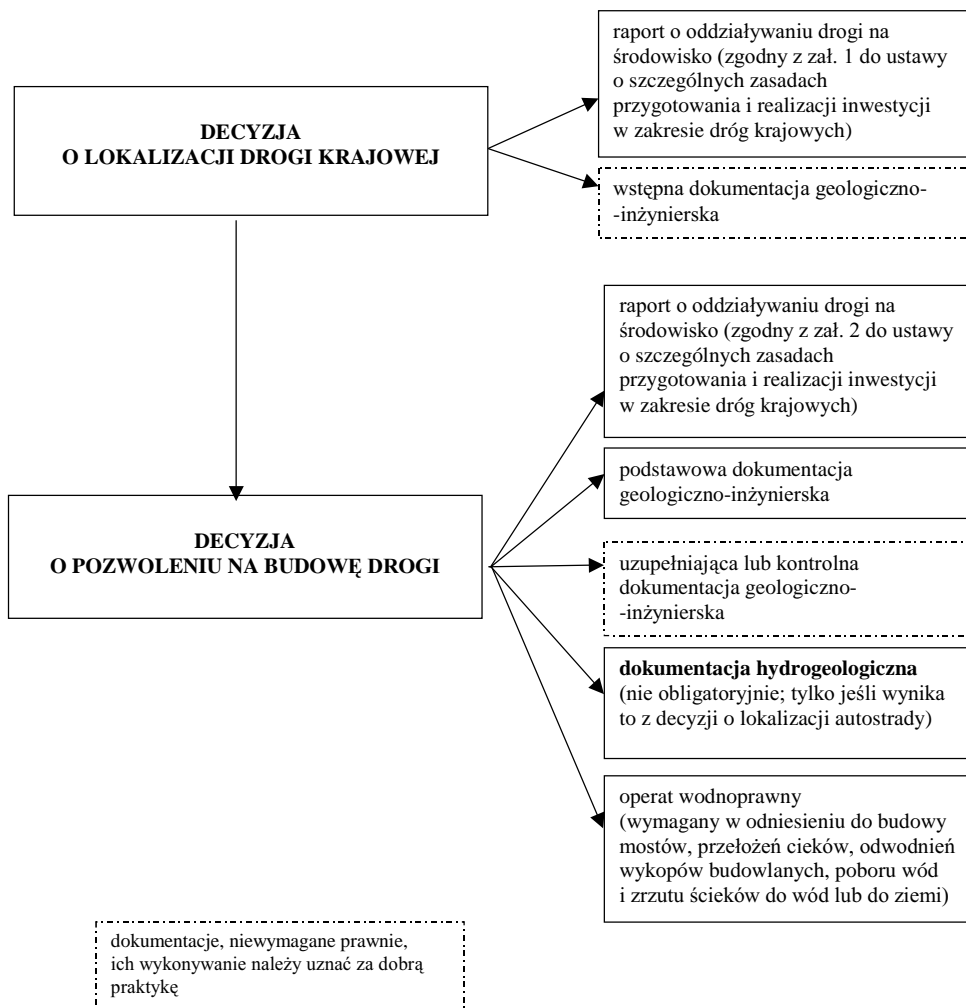
Dokumentacje dołączane do wniosku o wydanie poszczególnych decyzji zawierają dokumenty, w których jednym z elementów jest analiza warunków hydrogeologicznych. Są to raporty o oddziaływaniu na środowisko i dokumentacje geologiczno-inżynierskie, których wykonanie jest obligatoryjne. Oprócz nich do wniosków dołącza się dokumenty (wstępne studium geologiczno-inżynierskie, uzupełniająca lub kontrolna dokumentacja geologiczno-inżynierska lub dokumentacja hydrogeologiczna), których wykonanie nie jest obowiązkowe, lecz są wykonywane zgodnie z dobrą praktyką. Etapy lokalizowania i budowy dróg krajowych zgodnie z przepisami ustawy o szczególnych zasadach przygotowania i realizacji inwestycji w zakresie dróg krajowych oraz wprowadzonymi zmianami, wynikającymi z obowiązującej od dnia 28 lipca 2005 r. znowelizowanej ustawy – Prawo ochrony środowiska przedstawiono na rysunkach 1 i 2.

Bardzo istotnym elementem procesu inwestycyjnego jest postępowanie w sprawie oceny oddziaływania na środowisko. W obecnym stanie prawnym postępowanie takie przeprowadzane jest tylko jeden raz, na wczesnym etapie przygotowania inwestycji, i kończy się wydaniem decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach zgody na realizację przedsięwzięcia, koniecznej dla uzyskania decyzji lokalizacyjnej oraz pozwolenia na budowę. Jednym z najważniejszych dokumentów, będących częścią materiałów do wniosku o wydanie decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach zgody na realizację przedsięwzięcia jest raport o oddziaływaniu przedsięwzięcia na środowisko, który powinien zawierać m. in. analizę warunków hydrogeologicznych, określenie wpływu przedsięwzięcia na wody podziemne i wskazanie najskuteczniejszych sposobów zabezpieczenia tych wód.

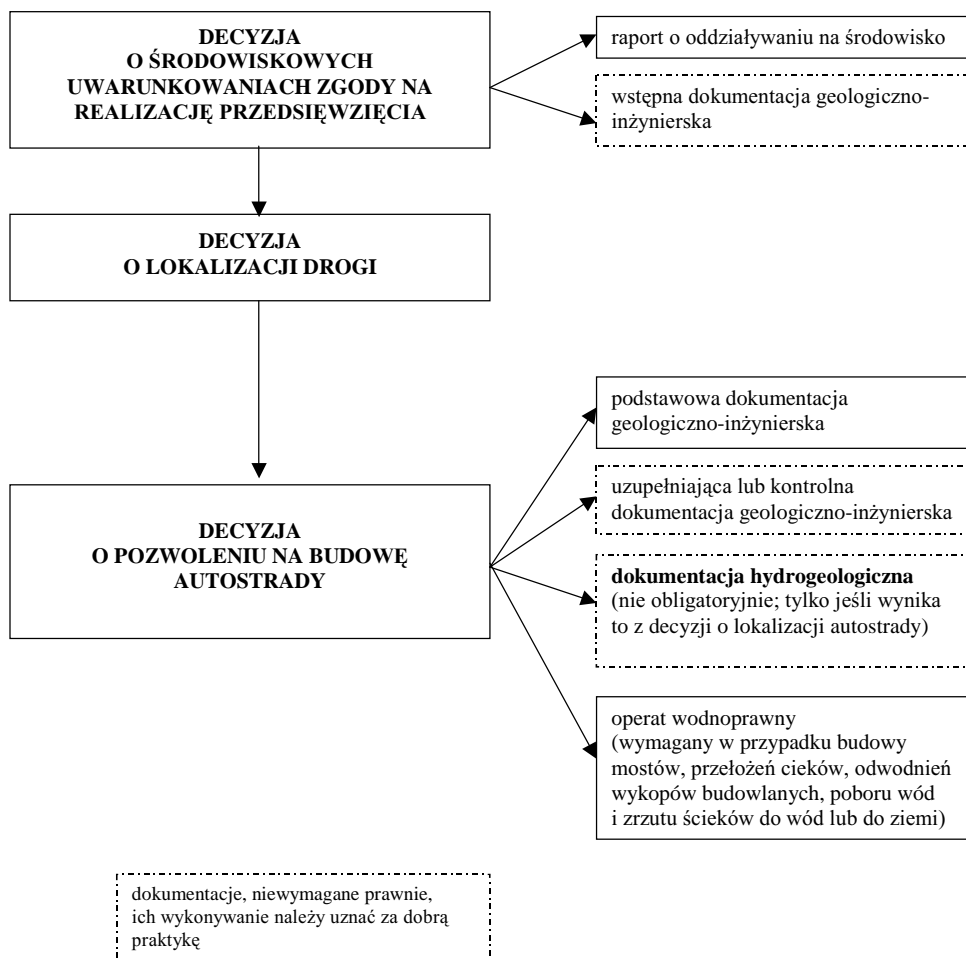
Przyjęcie takiego trybu postępowania sprawia, że analiza uwarunkowań hydrogeologicznych planowanego przedsięwzięcia drogowego oraz nałożenie na inwestora wymagań wynikających z tej analizy jest możliwe jedynie na etapie przed wydaniem decyzji środowiskowej (patrz rys. 3).

Postępowanie w sprawie oceny oddziaływania przedsięwzięć drogowych, w odniesieniu do których decyzja lokalizacyjna została wcześniej wydana, w zostało przeprowadzone ramach wydawania decyzji o wskazaniu lokalizacyjnym

dla autostrad lub decyzji lokalizacyjnej dla pozostałych dróg krajowych. Postępowanie może jednak na wniosek inwestora zostać przeprowadzone ponownie i zakończyć się decyzją o środowiskowych uwarunkowaniach zgody na realizację przedsięwzięcia.



**Rys. 1.** Dokumenty, których elementem jest analiza warunków hydrogeologicznych w procesie inwestycyjnym (wg ustawy o szczególnych zasadach przygotowania i realizacji inwestycji w zakresie dróg krajowych)



**Rys. 2.** Dokumenty, których elementem jest analiza warunków hydrogeologicznych w procesie inwestycyjnym (w procesie inwestycyjnym wg ustawy Prawo ochrony środowiska i ustawy o szczególnych zasadach przygotowania i realizacji inwestycji w zakresie dróg krajowych)



## 2.2. MIEJSCE DOKUMENTACJI HYDROGEOLOGICZNEJ W PROCESIE INWESTYCYJNYM

Jak już wspomniano, jednym z najważniejszych elementów postępowania w sprawie oceny oddziaływania na środowisko jest raport o oddziaływaniu przedsięwzięcia na środowisko. Wykonywanie dokumentacji hydrogeologicznej, ze względu na charakter i zakres analizowanych spraw wiąże się ściśle z wykonywaniem raportu o oddziaływaniu inwestycji na środowisko.

Sporządzenie dokumentacji hydrogeologicznej, a tym samym szczegółowe rozpoznanie warunków hydrogeologicznych przed wydaniem decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach zgody na realizację przedsięwzięcia drogowego pozwoli na wskazanie najkorzystniejszego wariantu przebiegu drogi ze względu na ochronę środowiska gruntowo-wodnego i określenie sposobów jego zabezpieczenia.

W celu przygotowania części raportu dotyczącej wpływu planowanego przedsięwzięcia drogowego na środowisko wód podziemnych niezbędne jest wcześniejsze szczegółowe rozpoznanie warunków hydrogeologicznych w rejonie jego lokalizacji. Warunki te powinny być opisane i przedstawione graficznie w dokumentacji hydrogeologicznej wykonanej zgodnie z wymaganiami zawartymi w rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 3 października 2005 r. w sprawie szczegółowych wymagań, jakim powinny odpowiadać dokumentacje hydrogeologiczne i geologiczno-inżynierskie. Ustalenia i wnioski zawarte w dokumentacji powinny być podane w skondensowanej formie w raporcie o oddziaływaniu przedsięwzięcia na środowisko, a sama dokumentacja powinna stanowić jego istotny załącznik.

Uwarunkowania hydrogeologiczne lokalizacji inwestycji drogowych są na ogół silnie zróżnicowane i powinno to znaleźć swoje odzwierciedlenie w szczegółowości i zakresie opracowywanych dokumentacji hydrogeologicznych. Jest sprawą oczywistą, że tam, gdzie planowana droga przecina obszary zasilania ujęć wód podziemnych czy też obszary ochronne głównych zbiorników wód podziemnych (GZWP), analiza uwarunkowań hydrogeologicznych powinna być dużo bardziej szczegółowa niż w obszarach, gdzie brak płytko występujących poziomów użytkowych, a wody podziemne nie są eksploatowane do celów pitnych.

Racjonalne podejście do analiz hydrogeologicznych w procedurze oceny oddziaływania na środowisko przedsięwzięć drogowych wymaga, aby analizy te były prowadzone w dwóch etapach:

- 1) w etapie analizy wstępnej**, wykonywanej dla całego odcinka planowanej inwestycji; dokumentacja określająca warunki hydrogeologiczne przygotowywana jest tylko na podstawie analizy wyników kartowania terenowego oraz zebranych materiałów archiwalnych, bez wykonywania specjalnych robót geologicznych, jej wykonanie nie wymaga wcześniejszego przygotowania projektu prac geologicznych; oprócz elementów wymaganych w przywołanym wyżej rozporządzeniu z dnia 3 października 2005 r. w dokumentacji powinny być wskazane braki rozpoznania oraz wskazane odcinki problemowe wymagające

szczegółowego udokumentowania hydrogeologicznego na dalszym etapie badań, jeśli odcinków takich nie zidentyfikowano, proces analizy uwarunkowań hydrogeologicznych można zakończyć na etapie analizy wstępnej;

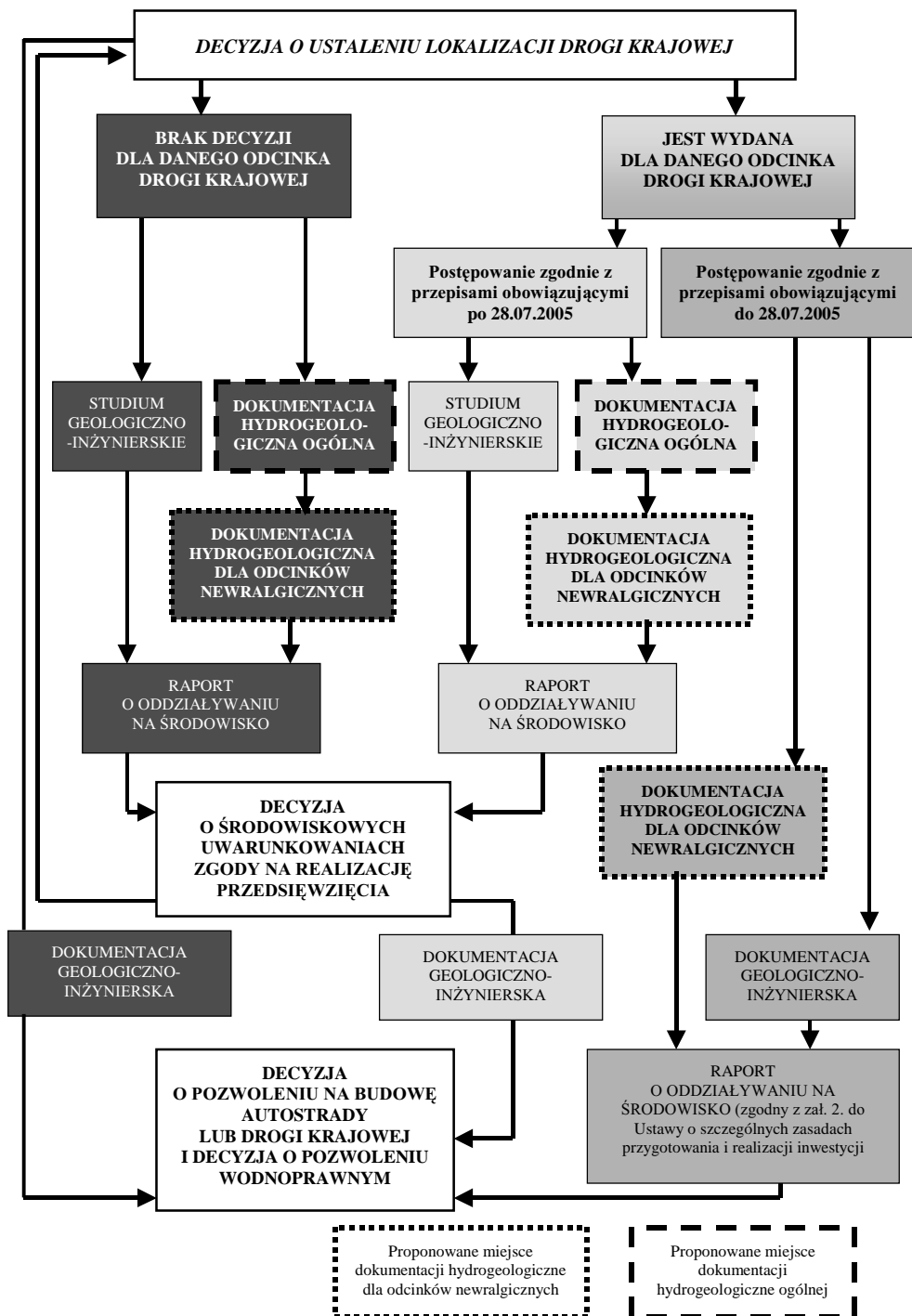
- 2) **w etapie analizy szczegółowej**, wykonywanej tylko dla odcinków problemowych wytypowanych na etapie analizy wstępnej; ponieważ przygotowanie dokumentacji hydrogeologicznej dla takich odcinków przeważnie będzie wymagało wykonania robót geologicznych, konieczne będzie opracowanie projektu prac geologicznych i jego zatwierdzenie w odpowiedniej jednostce geologicznej administracji terenowej.

Umiejscowienie dokumentacji określającej warunki hydrogeologiczne w całym procesie inwestycyjnym przedsięwzięcia drogowego zostało przedstawione na rysunku 3.

W zaproponowanym schemacie przedstawiono trzy możliwe scenariusze postępowania:

- 1) nie została wydana decyzja o lokalizacji drogi i przed jej wydaniem niezbędne będzie uzyskanie decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach zgody na realizację przedsięwzięcia;
- 2) została wydana decyzja o lokalizacji drogi i inwestor zdecydował się na uzyskanie decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach zgody na realizację przedsięwzięcia przed wydaniem decyzji o pozwoleniu na budowę,
- 3) została wydana decyzja lokalizacyjna drogi i inwestor zdecydował się na uzyskanie decyzji o pozwoleniu na budowę w trybie ustawy z dnia 10 kwietnia 2003 r. o szczególnych zasadach przygotowania i realizacji inwestycji w zakresie dróg krajowych (Dz U z 2001 r., nr 80, poz. 721, z późn. zm.).

Szczegółowe zasady i metodyka prowadzenia prac projektowych i dokumentacyjnych w odniesieniu do dwóch wymienionych wyżej rodzajów dokumentacji przedstawiono w rozdziale 4.



Rys. 3. Miejsce dokumentacji hydrogeologicznych w procesie inwestycyjnym

### **2.3. ROLA I ZAKRES DOKUMENTACJI HYDROGEOLOGICZNEJ I GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKIEJ W PROCESIE INWESTYCYJNYM PRZEDSIĘWZIĘĆ DROGOWYCH**

W procesie inwestycyjnym przedsięwzięć drogowych powinny być wykonywane zarówno dokumentacje geologiczno-inżynierskie, jak i hydrogeologiczne. Oba rodzaje opracowań wykonywane są zgodnie z przepisami ustawy z dnia 4 lutego 1994 r. – Prawo geologiczne i górnicze (Dz U z 1994 r., nr 27, poz. 96, z późn. zm.). Szczegółowe wymagania dotyczące zawartości i sposobu przygotowania tych opracowań są określone w rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 3 października 2005 r. w sprawie szczegółowych wymagań, jakim powinny odpowiadać dokumentacje hydrogeologiczne i geologiczno-inżynierskie, przywołanego już w rozdziale 1. Porównując te wymagania oraz różne cele obu dokumentacji można łatwo zorientować się, że dokumentacja geologiczno-inżynierska, mimo że zawiera pewne elementy charakterystyki hydrogeologicznej, nie może w żadnym wypadku zastępować dokumentacji hydrogeologicznej. Zgodnie z zapisem ustawy – Prawo geologiczne i górnicze w pkt. 2 ust.1 w art.43, w procesie inwestycyjnym przedsięwzięć drogowych, dokumentacje geologiczno-inżynierskie sporządza się w celu ustalenia geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych, jeżeli wiąże się to z koniecznością wykonania robót geologicznych. Jeśli roboty takie nie są wykonywane, wystarczy dokumentacja geotechnicznych badań podłoża obiektu, wykonywana na podstawie rozporządzenia Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 24 września 1998 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych.

W dokumentacjach geologiczno-inżynierskich wykonywanych w związku z projektowaniem inwestycji drogowych opis warunków hydrogeologicznych jest przeważnie zawężony do linii projektowanego pasa drogowego i do głębokości występowania zwierciadła wód gruntowych. Jakość wody jest analizowana głównie pod kątem agresywności w stosunku do materiałów konstrukcyjnych, takich jak beton i żelazo. Głębiej zalegające warstwy wodonośne są rozpoznawane jedynie w rejonie posadowienia obiektów inżynierskich. Na ogół nie analizuje się zagrożenia ujęć wód podziemnych i użytkowych poziomów wodonośnych (w tym głównych zbiorników wód podziemnych) związanego z budową i eksploatacją drogi.

Najogólniej można powiedzieć, że dokumentacja hydrogeologiczna koncentruje się przede wszystkim na sprawach ochrony zasobów wód podziemnych przed szkodliwym oddziaływaniem inwestycji, dokumentacja geologiczno-inżynierska natomiast – na sprawach bezpiecznego posadowienia obiektu budowlanego. Ten odmienny cel obu opracowań powinien być zrozumiały przede wszystkim dla inwestorów, którzy przeważnie nie widzą potrzeby opracowywania dokumentacji hydrogeologicznych, uważając, że zakres informacji podawanych w dokumentacji geologiczno-inżynierskiej jest wystarczający. Jest to przekonanie błędne i wynika głównie z następujących przyczyn:

- 1) wykonywanie dokumentacji geologiczno-inżynierskich ustalających warunki geotechniczne posadowienia inwestycji liniowych jest obligatoryjne i wynika z przepisów prawa budowlanego; wykonywanie dokumentacji hydrogeologicznych natomiast nie jest wymagane żadnymi przepisami;
- 2) wymagania dotyczące treści i sposobu przygotowania dokumentacji geologiczno-inżynierskiej zawarte w § 21 rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 3 października 2005 r. często są interpretowane zbyt szeroko i w konsekwencji dokumentacja, której głównym celem jest ustalenie warunków geotechnicznych w miejscu lokalizacji inwestycji, obejmuje także zagadnienia, które wchodzi w zakres dokumentacji hydrogeologicznych; dotyczy to zwłaszcza opisu warunków hydrogeologicznych oraz formułowania ocen na temat zagrożenia wód podziemnych ze strony planowanej inwestycji;
- 3) dla dokumentacji geologiczno-inżynierskich już w 1999 r., na zlecenie Ministra Środowiska został opracowany poradnik metodyczny, pt. *Zasady sporządzenia dokumentacji geologiczno-inżynierskich* [Bażyński i in., 1999], w którym m.in. zawarto szczegółowe zalecenia dotyczące wykonywania takich dokumentacji w związku z projektowaniem dróg krajowych i autostrad; ponieważ cały czas nie było opracowania metodycznego dotyczącego wykonywania dokumentacji hydrogeologicznych, poradnik ten był traktowany jako główny punkt odniesienia w zakresie dokumentowania geologicznego na potrzeby tych inwestycji.

W wymienionym wyżej opracowaniu metodycznym zakres spraw, które w przekonaniu jego autorów powinny być przedmiotem analiz geologiczno-inżynierskich, jest bardzo szeroki i obejmuje wiele zagadnień, które powinny być analizowane w ramach dokumentowania hydrogeologicznego. W szczególności pracom geologiczno-inżynierskim przypisano bardzo duże znaczenie w procedurze oceny oddziaływania na środowisko gruntowo-wodne, przewidując 3 etapy badań: rozpoznawczy, podstawowy i uzupełniający. W obowiązującym aktualnie stanie prawnym ten 3-etapowy schemat organizacyjny prowadzenia prac geologiczno-inżynierskich oraz ich rola i zakres są już nieaktualne, głównie ze względu na przyjęcie 1-etapowej procedury postępowania w sprawie oceny oddziaływania na środowisko.

Włączenie do tej procedury dokumentowania hydrogeologicznego spowoduje, że zakres i rola dokumentacji geologiczno-inżynierskiej zostanie ograniczona do ustalania geotechnicznych warunków realizacji inwestycji drogowej, czyli do roli, jaka została jej przypisana w ustawie – Prawo geologiczne i górnicze.

## 3. PRZYCZYNY I ZAPOBIEGANIE ZAGROŻENIOM ŚRODOWISKA GRUNTOWO-WODNEGO

### 3.1. ZAGROŻENIA ŚRODOWISKA GRUNTOWO-WODNEGO

Stopień zagrożenia dla środowiska gruntowo-wodnego w trakcie eksploatacji dróg szybkiego ruchu lub autostrad będzie zróżnicowany i zależny od lokalnych warunków wzdłuż trasy. Budowa i funkcjonowanie drogi powoduje różnego rodzaju jego zmiany, zarówno fizyczne jak i chemiczne, o charakterze bezpośrednim i pośrednim, działaniu krótkoterminowym i długoterminowym oraz skutki odwracalne i nieodwracalne. Podstawowe czynniki determinujące stopień zagrożenia wód, to:

- przebieg drogi przez wrażliwe ekosystemy wodne lub zależne od wód podziemnych,
  - stopień zagrożenia użytkowego poziomu wodonośnego lub głównych zbiorników wód podziemnych (GZWP),
  - występowanie i stopień zagrożenia I-go poziomu wodonośnego,
  - występowanie na kierunku odpływu wód od drogi ujęć wód podziemnych o wyznaczonych strefach ochronnych, przecinanych przez drogę,
- a także parametry drogi, takie jak:
- liczba pasów ruchu,
  - występowanie obiektów towarzyszących,
  - natężenia ruchu pojazdów na poszczególnych odcinkach.

Zagrożenia na etapie eksploatacji będą związane przede wszystkim z możliwością infiltracji ścieków technologicznych i zanieczyszczeń z odwodnienia autostrady, ścieków gospodarczo-bytowych z obiektów towarzyszących, takich jak: miejsca obsługi podróżnych (MOP), stacje poboru opłat (SPO) i obwody utrzymania autostrady (OUA).

Charakterystycznymi wskaźnikami zanieczyszczeń drogowych wód podziemnych są:  $\text{ChZT}$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Cl}^-$ , metale ciężkie (Pb, Cd, Zn, Cr), substancje ropopochodne oraz  $\text{SO}_4^{2-}$  [Górski, Liszkowska, 1998]. Stwierdzenie ich podwyższonej, w stosunku do tła, zawartości w przypowierzchniowej warstwie wód podziemnych wskazywać będzie na negatywne oddziaływanie drogi. Ponadto chlorki i substancje ropopochodne stanowią zanieczyszczenia trwałe, dla których nawet grunty słaboprzepuszczalne nie stanowią bariery.

Uwzględnienie powyższych czynników jest podstawą dokonania waloryzacji terenów z punktu widzenia zagrożeń oraz dla określenia potrzeb działań ochronnych. Waloryzacja jest najczęściej dokonywana w postaci oceny kategorii konfliktu autostrady lub drogi ekspresowej ze środowiskiem wodnym według 3- lub 4-stopniowej skali. Dokonana waloryzacja wiąże zagrożenia z działaniami ochronnymi.

## **3.2. ODPROWADZANIE WÓD OPADOWYCH I ROZTOPOWYCH DO ŚRODOWISKA GRUNTOWO-WODNEGO**

### **3.2.1. WARUNKI I STANDARDY EMISYJNE ODPROWADZANIA SPŁYWÓW OPADOWYCH I ROZTOPOWYCH Z DRÓG**

Zgodnie z definicją zawartą w art.9, ust. 1, pkt. 14c ustawy z dnia 18 lipca 2001 r. – Prawo wodne (Dz U z 2001 r., nr 115, poz. 1229, z późn. zm.), określenie „ścieki” należy rozumieć jako odprowadzane do wód lub do ziemi m.in. wody opadowe lub roztopowe, ujęte w otwarte lub zamknięte systemy kanalizacyjne, pochodzące z powierzchni zanieczyszczonych o trwałej nawierzchni, w szczególności z miast, portów, lotnisk, terenów przemysłowych, handlowych, usługowych i składowych, baz transportowych oraz dróg i parkingów.

Wody opadowe i roztopowe odprowadzane ze szczelnej powierzchni terenów przemysłowych, dróg zaliczanych do kategorii krajowych i wojewódzkich oraz powiatowych klasy G, a także parkingów o powierzchni powyżej 0,1 ha, ujęte w szczelne otwarte lub zamknięte systemy kanalizacyjne, powinny być oczyszczane w ilości, jaka powstaje z opadów o natężeniu co najmniej 15 l na sekundę z 1 ha. Jednocześnie wymagane jest, aby w odpływie do odbiornika zawartość zawiesin ogólnych była nie większa niż 100 mg/l, a substancji ropopochodnych nie większa niż 15 mg/l, zgodnie pkt 1 ust. 1 § 19 rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 8 lipca 2004 r. w sprawie warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód lub do ziemi, oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego (Dz U z 2004 r., nr 168, poz. 1763). Zgodnie natomiast pkt 3 z ust. 1 w § 19 przywołanego rozporządzenia, odpływ wód opadowych i roztopowych w ilościach przekraczających wartości wyżej zacytowane (tj. > 15 l/s z 1 ha), może być wprowadzany do odbiornika bez oczyszczania, a urządzenie oczyszczające powinno być zabezpieczone przed dopływem o natężeniu większym niż jego przepustowość nominalna.

W zakresie odprowadzania ścieków do odbiorników obowiązują pewne ograniczenia wynikające z ustawy z dnia 18 lipca 2001 r. – Prawo wodne. Nie można wprowadzać ścieków:

- bezpośrednio do poziomów wodonośnych wód podziemnych;
- do wód powierzchniowych oraz do ziemi, jeżeli byłoby to sprzeczne z warunkami wynikającymi z utworzenia obszarów chronionych, ustanowionych na

podstawie ustawy z dnia 16 kwietnia 2004 r. o ochronie przyrody (Dz U z 2004 r., nr 92, poz. 880, z późn. zm.), stref oraz obszarów ochronnych (ujęć wody) ustanowionych przez dyrektora regionalnego zarządu gospodarki wodnej oraz w pasie technicznym i w obrębie kąpielisk, plaż publicznych nad wodami oraz w odległości mniejszej niż 1 km od ich granic;

- ❑ do ziemi m. in. jeżeli stopień oczyszczenia ścieków lub miąższość warstwy gruntu nad zwierciadłem wód podziemnych nie stanowi zabezpieczenia tych wód przed zanieczyszczeniem.

Zgodnie z ust.2 art. 39 znowelizowanej ustawy – Prawo wodne (Dz U z 2001 r., nr 115, poz. 1229, z późn. zm.), dopuszcza się wprowadzanie wód opadowych lub roztopowych:

- ❑ wód z przelewów kanalizacji deszczowej do wód powierzchniowych lub do ziemi, w odległości mniejszej niż 1 kilometr od granic kąpielisk i plaż publicznych nad wodami,
- ❑ jeżeli organ właściwy do wydania pozwolenia wodnoprawnego ustali, że takie dopuszczenie nie koliduje z utrzymaniem dobrego stanu wód lub wymaganiami jakościowymi dotyczącymi wód.

Zgodnie z art. 82 ustawy z dnia 27 kwietnia 2001 r. – Prawo ochrony środowiska (Dz U z 2001 r., nr 62, poz. 627, z późn. zm.) *ochrona zasobów środowiska jest realizowana w szczególności poprzez:*

- 1) *określenie standardów jakości środowiska oraz kontrolę ich osiągnięcia, a także podejmowanie działań służących ich nieprzekraczaniu lub przywracaniu,*
- 2) *ograniczanie emisji, na zasadach określonych w tytule III.*

W tytule III: (Przeciwdziałanie zanieczyszczeniom) cytowanej ustawy zawarty jest art. 137 mówiący, że *przeciwdziałanie zanieczyszczeniom polega na zapobieganiu lub ograniczaniu wprowadzania do środowiska substancji lub energii.*

Zgodnie natomiast:

- ❑ z art. 173: *Ochronę przed zanieczyszczeniami powstającymi w związku z eksploatacją dróg, linii kolejowych, linii tramwajowych, lotnisk oraz portów zapewnia się przez:*
  - 1) *stosowanie rozwiązań technicznych ograniczających rozprzestrzenianie zanieczyszczeń, a w szczególności:*
    - b) *zabezpieczeń przed przedostawaniem się zanieczyszczonych wód opadowych do gleby lub ziemi (...),*
- ❑ z art. 174:
  - ust. 1: *Eksploatacja dróg, linii kolejowych, linii tramwajowych, lotnisk oraz portów nie może powodować przekroczenia standardów jakości środowiska.*
  - ust. 2: *Emisje polegające na:*
    - 2) *wprowadzaniu ścieków do wód lub ziemi (...), powstające w związku z eksploatacją drogi, linii kolejowej, linii tramwajowej, lotniska oraz portu, nie mogą, z zastrzeżeniem ust. 3, spowodować przekroczenia*



*standardów jakości środowiska poza terenem, do którego zarządzający tym obiektem ma tytuł prawny.*

- ust. 3: *Jeżeli w związku z eksploatacją drogi, linii kolejowej, linii tramwajowej lub lotniska utworzono obszar ograniczonego użytkowania, eksploatacja nie może spowodować przekroczenia standardów jakości środowiska poza tym obszarem.*

### **3.2.2. CZYNNIKI DETERMINUJĄCE SPOSÓB OGRANICZANIA UJEMNEGO ODDZIAŁYWANIA WÓD OPADOWYCH NA ŚRODOWISKO GRUNTOWO-WODNE**

W projektach systemów odprowadzania wód opadowych z autostrad (w tym w projektach oczyszczalni) należy stosować następujące podstawowe zasady:

- ograniczać zanieczyszczeń w spływach opadowych „u źródła”, tj. w miejscu ich powstawania (dotyczy to m.in. warunków eksploatacji dróg, stanu technicznego dróg i pojazdów);
- w miarę możliwości pozostawiać wody opadowe w rejonie ich powstawania (ust. 4 art. 38 ustawy – Prawo wodne);
- w prognozie jakości spływów opadowych uwzględniać wszystkie czynniki mające wpływ na stężenie zanieczyszczeń;
- dobór sposobu ograniczania oddziaływania na środowisko wód opadowych spływających z dróg uzależniać od warunków miejscowych i wymagań ekologicznych.

Nie ma gotowych schematów sposobu odprowadzania i oczyszczania ścieków opadowych z dróg, ponieważ zależą one od wielu czynników. Projekt odwodnienia, w tym projekt urządzeń oczyszczających, powinien być za każdym razem poprzedzony szczegółowym rozpoznaniem warunków zagospodarowania przestrzennego oraz warunków naturalnych: ukształtowania terenu, warunków hydrogeologicznych i hydrograficznych, a także wymagań w zakresie korzystania ze środowiska.

Istotny element w projektach odwodnienia autostrad stanowią warunki hydrogeologiczne w obszarze ich przebiegu. Sposób odprowadzania spływów powierzchniowych oraz zastosowane technologie i urządzenia do oczyszczania i retencjonowania wód opadowych w danym wypadku zależą przede wszystkim od:

- poziomu występowania wód gruntowych oraz poziomu użytkowego wód podziemnych;
- stopnia przepuszczalności gruntu (współczynnika filtracji), w tym od stopnia izolacji poziomów wodonośnych;
- standardów jakości ziemi;
- występowania strefy ochrony pośredniej ujęć wód podziemnych.

**Poziom wód gruntowych.** Warunkiem stosowania urządzeń do odprowadzania i oczyszczania spływów opadowych, w których wykorzystuje się zjawisko infiltracji do gruntu jest, aby obserwowany maksymalny poziom wód gruntowych położony był poniżej warstwy filtracyjnej.

W przepisach polskich regulujących warunki odprowadzania wód opadowych do ziemi (rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 8 lipca 2004 r. w sprawie warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód lub ziemi oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego (Dz U z 2004 r., nr 168, poz. 1763) nie są określone w sposób jednoznaczny odległości warstwy filtracyjnej od najwyższego obserwowanego poziomu wód gruntowych. Zgodnie natomiast z art. 39 ustawy – Prawo wodne zabrania się wprowadzania ścieków bezpośrednio do poziomów wodonośnych wód podziemnych oraz do ziemi, jeżeli miąższość gruntu nie stanowi zabezpieczenia tych wód przed zanieczyszczeniem (patrz podrozdział 3.2.1).

Odległości poziomu zwierciadła wody od dna warstwy filtracyjnej zalecane w innych krajach przedstawiono w tabeli 1 [Grau, 2000; Geiger, Dreiseitl, 1999].

**Tabela 1.** Poziom wód gruntowych w stosunku do dna warstwy filtracyjnej

Urządzenie infiltracyjne	Odległość dna warstwy filtracyjnej od najwyższego poziomu wód gruntowych w m			
	Anglia	Szwecja	Maryland (USA)	Niemcy
Rozsączanie powierzchniowe / niecki	–	> 0,5	0,3 – 0,6	? 1,0
Studzienki chłonne	> 1,0	> 0,5	0,6 – 1,2	? 1,0

**Przepuszczalność gruntu.** Procesy filtracji wód w gruncie stanowią podstawę projektów odwodnienia do ziemi, w tym wymiarowania urządzeń infiltracyjnych. Infiltracja jest zależna od współczynnika filtracji charakteryzującego wpływ właściwości gruntu, na prędkość infiltracji. W procesach infiltracji istotną rolę odgrywa również porowatość gruntu wyrażona współczynnikiem porowatości.

**Stopień zagrożenia wód podziemnych.** Jeżeli w rejonie drogi znajdują się ujęcia podziemne wody jest niezbędna znajomość zasięgu strefy ochrony pośredniej ujęcia określona na mocy ustawy z dnia 18 lipca 2001 r. – Prawo wodne. Teren ochrony pośredniej ujęcia wód podziemnych wyznacza się na podstawie ustaleń zawartych w dokumentacji hydrogeologicznej tego ujęcia. W obszarze ochrony pośredniej ujęć wód podziemnych może być w ogóle zabronione lub ograniczone wprowadzanie ścieków do wód lub do ziemi (pkt 1 ust.1 art. 54 ustawy – Prawo wodne). Również na obszarach szczególnej ochrony wód podziemnych nie należy lokalizować zbiorników retencyjnych, odparowujących i filtracyjnych, warstw i studni chłonnych (PN-S-02204:1997 Drogi samochodowe. Odwodnienie dróg). Przebieg autostrady w obszarze strefy ochrony pośredniej wskazuje na potrzebę zastosowania zabezpieczeń przed infiltracją do gruntu spływów opadowych z jezdni.

**Standardy jakości ziemi.** W ramach rozpoznania hydrogeologicznego należy określić jakość ziemi (gleby) w rejonie planowanych obiektów systemu odwodnienia. Wymagana jakość bowiem wpływa na wybór technologii odwadniania i oczyszczania.

Wartości dopuszczalnych stężeń substancji w glebie lub ziemi określa załącznik do rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002 r. w sprawie standardów jakości gleby oraz standardów jakości ziemi (Dz U z 2002 r., nr 165, poz. 1359). Dopuszcza się przekroczenia standardów jakości, jeżeli wartość stężenia danej substancji wynika z naturalnie dużej jej zawartości w środowisku.

**Warunki korzystania ze środowiska.** Warunki korzystania ze środowiska związane z odprowadzaniem wód opadowych z dróg (wymagania ekologiczne) wynikają ze sposobu użytkowania ekosystemu wodnego i gruntu oraz z określonych przepisami, wymaganych standardów jakości wód i ziemi w obszarze oddziaływania systemu odwadniania i odprowadzania wód opadowych. Wymagania ekologiczne należy określać każdorazowo.

### **3.2.3. TECHNOLOGIE ZABEZPIECZANIA ŚRODOWISKA GRUNTOWO-WODNEGO PRZED NEGATYWNYM ODDZIAŁYWANIEM WÓD OPADOWYCH ODPROWADZANYCH Z DRÓG**

**Sposoby odwadniania dróg i zabezpieczania odbiorników przed zanieczyszczeniem określone w przepisach prawnych.** Zgodnie z rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 16 stycznia 2002 r. w sprawie przepisów techniczno-budowlanych dotyczących autostrad płatnych (Dz U z 2002 r., nr 12, poz. 116) ścieki opadowe z kolektora należy odprowadzić do odbiornika wodnego po przeprowadzeniu przez urządzenia oczyszczające. Jako urządzenia zabezpieczające środowisko przed zanieczyszczeniami spływającymi z autostrad zaleca się w przytoczonym rozporządzeniu stosować:

- zbiorniki retencyjno-infiltracyjne,
- zbiorniki infiltracyjne,
- rowy infiltracyjne, rowy trawiaste (w zależności od potrzeb można stosować w rowach przegrody, progi),
- powierzchnie trawiaste,
- piaskowniki
- osadniki.

Do retencjonowania i oczyszczania wód opadowych odprowadzanych z obiektów inżynierskich w trasie drogi w rozporządzeniu Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 30 maja 2000 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogowe obiekty inżynierskie i ich usytuowanie (Dz U z 2000 r., nr 63, poz. 735), zaproponowano stosować rowy trawiaste, powierzchnie trawiaste lub rowy infiltracyjne.

Natomiast w Polskiej Normie PN-S-02204:1997 wymienione są następujące urządzenia oczyszczające spływy opadowe z dróg:

- rowy trawiaste,
- rowy infiltracyjne,
- warstwy chłonne,
- warstwy filtracyjne,
- studnie chłonne,
- zbiorniki odparowujące,
- zbiorniki retencyjne,
- oczyszczalnie mechaniczne ścieków deszczowych.

**Stosowane technologie do retencjonowania i oczyszczania spływów opadowych.** Stosowane procesy technologiczne ograniczania zanieczyszczeń w spływach opadowych z dróg zależą m.in. od składu i stężenia wskaźników zanieczyszczeń występujących w wodach opadowych oraz od wymagań określonych w stosunku do ścieków na wylocie do odbiornika. Niezbędna redukcja zanieczyszczeń w ściekach opadowych przed wprowadzeniem do gruntu będzie wynikiem głównie procesów sedimentacji, flotacji oraz filtracji zachodzących w urządzeniach do odprowadzania, retencjonowania i oczyszczania spływów powierzchniowych. Stosuje się różne technologie zabezpieczania odbiornika.

Urządzenia ograniczające oddziaływanie spływów wód opadowych i roztopowych z dróg na środowisko gruntowo-wodne (odbiorniki) można podzielić na 4 podstawowe grupy ze względu na funkcję, jaką mogą spełniać lub na zasadę ich działania:

- urządzenia zwiększające retencję odpływu,
  - oczyszczalnie mechaniczne,
  - oczyszczalnie biologiczne
- oraz
- urządzenia odcinające odpływ do odbiornika substancji niebezpiecznych w razie ich rozlania bądź rozsypania w sytuacjach awaryjnych, bądź w wyniku zaniedbań eksploatacyjnych obiektów odwodnienia dróg.

Wymienione urządzenia spełniają jednocześnie kilka zadań oraz mogą współpracować, tworząc układ technologiczny retencyjno-oczyszczający. Wiele z nich wprowadza spływy opadowe z autostrad do ziemi.

*Retencjonowanie wód opadowych* można uzyskać stosując minimalne spadki podłużne w rowach i kanałach odwadniających, w rowach – progi i przegrody piętrzące oraz zbiorniki retencyjne.

*Oczyszczanie mechaniczne* uzyskuje się przez zastosowanie:

- rowów trawiastych,
- filtrów gruntowych,
- filtrów żwirowych i drenażu,
- przegród w rowach zmniejszających prędkości przepływu,

- ❑ piaskowników i osadników,
- ❑ separatorów substancji ropopochodnych  
oraz
- ❑ zbiorników retencyjnych i retencyjno-infiltracyjnych.

*Oczyszczanie biologiczne* opiera się na naturalnych procesach oczyszczania wód. Do tego celu należy w pierwszym rzędzie wykorzystać warunki miejscowe (naturalne) lub budować urządzenia sztuczne. Oczyszczalnie biologiczne ścieków stanowią:

- ❑ rowy i powierzchnie trawiaste,
- ❑ oczyszczalnie korzeniowe i trzcinowe,
- ❑ stawy retencyjno-infiltracyjne.

Oczyszczanie ścieków opadowych w tych urządzeniach polega na współdziałaniu procesów fizycznych (sedymentacji i flotacji) oraz procesów biologicznych zachodzących w ekosystemie gruntowo-wodnym.

**Urządzenia infiltracyjne wykorzystywane w systemach odprowadzania wód opadowych z dróg ekspresowych.** Procesy infiltracji, w tym infiltracji powierzchniowej i podpowierzchniowej (rozsączenie), znajdują coraz większe zastosowanie w systemach odwadniania dróg, w tym autostrad. Infiltracja wpływa korzystnie na bilans wody w danym terenie (minimalizuje naruszenie stosunków wodnych), górna warstwa gruntu jest wykorzystywana do podczyszczania wód opadowych. W filtrze gruntowym (w gruncie) substancje zawarte w wodach opadowych podlegają procesom mechanicznym, fizykochemicznym i mikrobiologicznym.

*Zawiesiny* podlegają procesom mechanicznym (zatrzymanie lub związanie w strukturze porów). Filtracja następuje przeważnie w górnych warstwach gruntu.

*Metale ciężkie i węglowodory aromatyczne* ulegają w gruncie adsorbowaniu przez cząsteczki gruntu, przeważnie ilu i humusu oraz strącaniu chemicznemu.

*Chlorki* zawarte w środkach stosowanych do odładzania jezdni nie ulegają redukcji w opisywanych procesach (nie są redukowane również w oczyszczalniach mechanicznych, np. w separatorach osadu i substancji ropopochodnych).

*Gleba* dzięki m.in. biologicznej aktywności oraz stałemu spulchnianiu ma bardzo dużą zdolność oczyszczania wód opadowych. Intensywność oczyszczania wód jest różna w poszczególnych warstwach. W warstwie wypełnionej wodą zachodzą przede wszystkim procesy rozpuszczania i rozcieńczania. W warstwach gleby ponad poziomem wód gruntowych intensywniej zachodzą procesy filtracji, adsorpcji (wymiana jonów) i biologiczne. Planując infiltrację wód opadowych do gruntu należy zachować nienasyconą wodą górną warstwę gruntu, konieczną do oczyszczania wód. Górna warstwa zadarnionego gruntu, grubości ok. 30 cm, ma decydujące znaczenie w procesie oczyszczania wód opadowych. Intensywność oczyszczania wsiąkających wód opadowych zależy od zadarnienia powierzchni gruntu, obciążenia hydraulicznego oraz warunków eksploatacji obiektu. Infiltracja wód opadowych do gruntu jest charakteryzowana prędkością filtracji (m/s) oraz natężeniem infiltracji (m<sup>3</sup>/s).

**Urządzenia z wykorzystaniem infiltracji powierzchniowej.** Najczęściej stosowane w systemach odwadniania dróg, w tym również autostrad, w których wykorzystywane jest zjawisko infiltracji powierzchniowej, są:

- powierzchnie trawiaste i tereny leśne,
- rowy,
- niecki,
- muldy,
- zbiorniki infiltracyjne.

Na powierzchniach porośniętych trawą uzyskuje się bardzo dobre efekty oczyszczania wód opadowych.

*Powierzchnie trawiaste* stanowią najprostszą formę urządzenia do infiltracji powierzchniowej. Wody opadowe infiltrują przez warstwę zadarnionego gruntu o współczynniku filtracji charakteryzującym grunty dobrze i średnio przepuszczalne. Grubość warstwy filtracyjnej wynosi w tym wypadku 30 cm. Powierzchnie trawiaste powinny spełniać wymagania określone dla rowów trawiastych oraz zapewnić równomierne rozprzestrzenianie wód opadowych, które można uzyskać za pomocą sztucznych przegród z otworami lub kanałów wypełnionych kamieniami, usytuowanych poprzecznie do pochylecia terenu trawiastego.

*Rów trawiasty* to rów z warstwą próchniczą (humusową) o grubości co najmniej 20 cm w podłożu, tj. na powierzchni skarp i dna, oraz z darniową pokrywą trawiastą. Przydrożne rowy trawiaste stanowią standardowe rozwiązanie odwodnienia powierzchniowego dróg zwłaszcza na obszarach nieurbanizowanych.

Rów stanowić może urządzenie samodzielne lub połączenie z innymi urządzeniami oczyszczającymi. Powierzchnia skarp i dna rowu powinna być pokryta gęstą, wysoko koszoną trawą, na podłożu o szybkości filtracji co najmniej 1,25 cm/h, jeżeli nie zachodzi niebezpieczeństwo zanieczyszczenia wód gruntowych, tj. przy gruntach nienawodnionych o odpowiednio głębokim poziomie zalegania wód gruntowych (fot. 1). Przy przebiegu drogi w strefie ochrony wód podziemnych konieczne jest wykonanie rowów szczelnych (fot. 2).

W celu zmniejszenia prędkości przepływów w rowach stosowane są progi, przegrody piętrzące i zastawki, które zwiększają zdolność retencyjną układu odwadniającego drogę. W ten sposób zwiększa się zdolność rowu do samooczyszczania spływów opadowych dzięki intensyfikacji procesów sedymentacji i infiltracji.

*Niecki infiltracyjne* to sztuczne zagłębienia terenu obsiane trawą, w których okresowo gromadzi się wody opadowe spływające z powierzchni utwardzonych. Zasilanie następuje przez krawędzie niecki lub punktowo. Należy zapewnić równomierny rozdział wód dopływających (na całej powierzchni). Głębokość gromadzenia wody wynosi do 30 cm. Zalecany współczynnik filtracji podłoża gruntowego wynosi powyżej  $10^{-6}$  m/s, a miąższość warstwy filtracyjnej – 30 cm (rys. 4).

*Muldy podłużne* są płytkimi ziemnymi wykopami o zaokrąglonych kształtach. Z tego powodu zalicza się je do elementów odwadniających opływowych. Najczęściej ich przekrój poprzeczny ma kształt kołowy, odcinkowy

Pod dnem rowu, niecki lub muldy, w warstwie filtracyjnej, można umieszczać dreny w celu obniżenia poziomu wód gruntowych, bardziej wydajnego odprowadzania wód opadowych spływających z drogi, jeżeli wymagają tego warunki gruntowo-wodne i ukształtowanie terenu. Przykłady ułożenia drenów przedstawiono na rysunku 4. Włóknina zatrzymuje cząstki gruntu przy jednoczesnej zdolności do przepuszczania wody zarówno w kierunku prostopadłym do jej powierzchni, jak i do prowadzenia wody w kierunkach równoległych do powierzchni. Jeżeli rów przydrożny jest wykonany w gruncie słabo przepuszczalnym, zaleca się wyłożyć dno rowu warstwą filtracyjną żwirowo-piaskową. Poprawi to zdecydowanie warunki infiltracji i samooczyszczania. Wysokość warstwy filtracyjnej powinna wynosić minimum 30 cm.

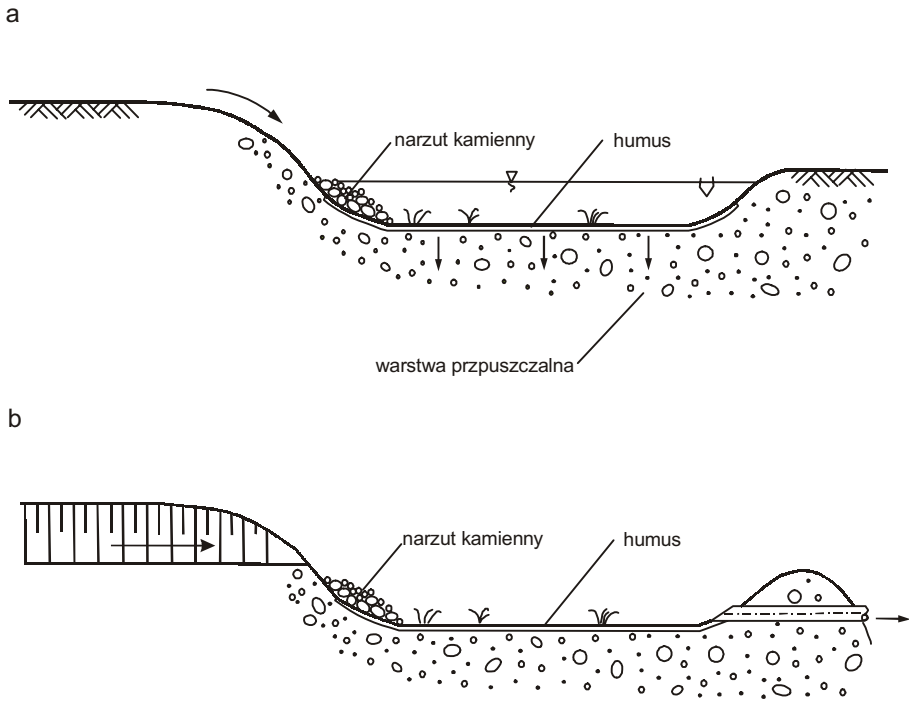
**Efektywność oczyszczania wód opadowych w procesach infiltracji powierzchniowej.** W rowach trawiastych procesy samooczyszczania są wykorzystywane wskutek współdziałania procesów sedymentacji, filtracji oraz procesów biochemicznych. Z badań prowadzonych m.in. przez Instytutu Ochrony Środowiska wynika, że w przypowierzchniowej warstwie gruntu obsianego trawą, o grubości około 30 cm, następuje zatrzymanie zawieszin, metali ciężkich, substancji ropopochodnych, przy czym efekt oczyszczania jest zależny od pory roku i intensywności spływu ścieków opadowych oraz od przepuszczalności gruntu. Badania wykazały, że w rowach trawiastych można uzyskać następującą redukcję [Osmulska-Mróż z zesp. 1993, Sawicka-Siarkiewicz 2003 r.]:

- zawieszin            od 41 do 94 %,
- ChZT                 od 30 do 90 %,
- ołowiu               od 30 do 100 %,
- WWA                 od 19 do 98 %.

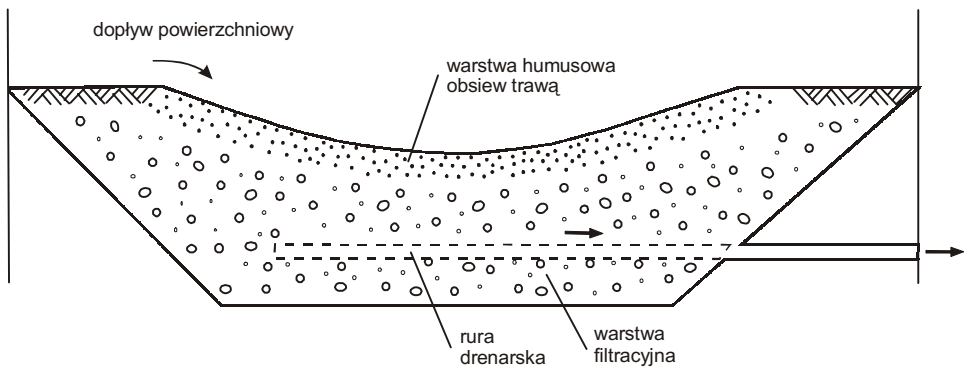
Dużą zdolność trawy na humusie do redukcji zanieczyszczeń w spływach opadowych wykazały wyniki badań Politechniki Warszawskiej [Nowakowska-Błaszczuk, 2001].

Badania niemieckie wykazały również dużą zdolność zatrzymywania w powierzchniowej warstwie gruntu obsianego trawą metali ciężkich, m.in. takich, jak ołów, miedź i cynk [Nadler, Meissner, 2002]. Badania obejmowały wsiąkanie na powierzchniach trawiastych, wsiąkanie w muldach i w rowach. Podłoże gruntowe obiektów odwadniających stanowiła ziemia rodzima i piasek, pokryte roślinnością. Współczynnik przepuszczalności nienaruszonej gleby rodzimej wraz z roślinnością wynosił  $5 \times 10^{-4}$  m/s. Wyraźną kumulację metali ciężkich stwierdzono w 10 cm górnej warstwie gruntu, mniejszą zaś na głębokości 20 cm. Ładunek ołowiu był zatrzymywany w 73 – 98 procentach. Autorzy badań stwierdzili, że grunt wystarczająco oczyszcza odpływy z ulic i wystarczająco chroni wody gruntowe przed zanieczyszczeniem.

**Urządzenia z wykorzystaniem infiltracji podpowierzchniowej (rozsączania).** Do rozsączania wód opadowych pod powierzchnią terenu są stosowane *studnie chłonne*. W studniach takich ściany i dno są przepuszczalne. Wody opadowe



**Rys. 4.** Niecka: a – do wsiąkania, b – przepływowa [Sawicka-Siarkiewicz, 2003]



**Rys. 5.** Układ techniczny z niecką filtracyjną i z drenażem [Sawicka-Siarkiewicz, 2003]



gromadzone są w studni, skąd powoli infiltrują (wsiąkają) w grunt. Studnie chłonne są stosowane na małych powierzchniach odwadnianych i powinny mieć warstwę infiltracyjną grubości około 0,5 m. W celu zwiększenia zdolności filtracyjnych tej warstwy zaleca się wykonanie obsypki żwirowej. Wymagane jest wstępne podczyszczanie wód opadowych doprowadzanych do studni. W celu zwiększenia pojemności retencyjnej tworzy się system złożony z kilku studni. Jest to korzystne również ze względów eksploatacyjnych.

Studnie chłonne mają jednak niewielkie zastosowanie w systemach odwadniania dróg ze względu na małą przepustowość i uciążliwą eksploatację.

**Urządzenia do retencjonowania spływów opadowych.** Urządzenia retencyjne służą do gromadzenia spływu opadowego i stopniowego jego odprowadzania do odbiornika. Jeżeli warunki gruntowo-wodne są odpowiednie, można łączyć retencjonowanie z infiltracją spływów opadowych.

*Zbiorniki infiltracyjne* mają na celu retencjonowanie dopływających wód opadowych połączone z infiltracją. W zbiornikach takich objętość retencyjna jest znacznie większa niż powierzchnia infiltracyjna. Czas gromadzenia wody opadowej jest wydłużony.

Zbiorniki infiltracyjne można stosować tam, gdzie pozwalają na to warunki gruntowo-wodne (niski poziom wód gruntowych, nie ma zagrożenia zanieczyszczenia ujęć wód podziemnych). Zalecany jest współczynnik filtracji równy  $5 \times 10^{-6}$  m/s. W rozporządzeniu Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 2 marca 1999 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie (Dz U z 1999 r., nr 43, poz. 430) oraz w rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 16 stycznia 2002 r. w sprawie przepisów techniczno-budowlanych dotyczących autostrad płatnych (Dz U z 2002 r. nr 12, poz. 116) zalecono, aby w zbiornikach infiltracyjnych grunt do głębokości 1,5 m poniżej dna zbiornika zapewniał szybkość filtracji co najmniej 1,25 cm/h i znajdował się powyżej poziomu wody gruntowej.

Wadą systemów infiltracyjnych jest możliwość zatykania się złoza infiltracyjnego (kolmatacja). Można temu zapobiegać stosując podczyszczanie ścieków opadowych w urządzeniach sedymentacyjno-flotacyjnych przed odprowadzeniem do zbiornika infiltracyjnego.

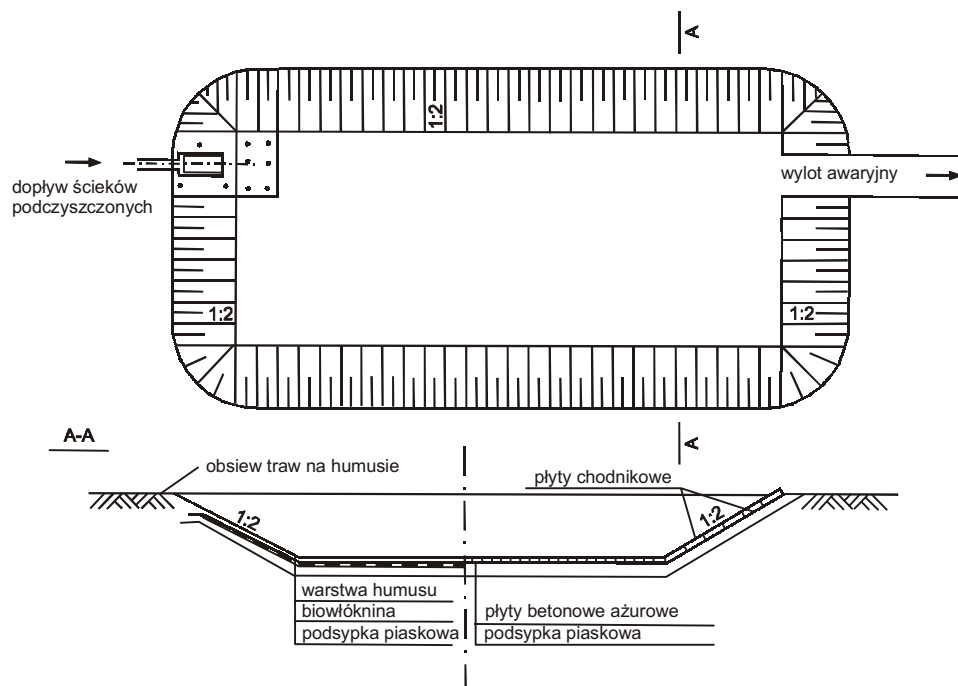
*Zbiorniki filtracyjno-retencyjne* zapewniają odpływ przez warstwę filtracyjną, ewentualnie z przewodami drenarskimi wyprowadzonymi do odbiornika. W urządzeniach tych dzięki retencji i infiltracji występuje redukcja natężenia odpływu oraz podczyszczanie w warstwie gruntu. Procesy oczyszczania zachodzą w warstwie gruntu oraz w warstwie osadu dennego (obecność mikroorganizmów). Zbiorniki retencyjno-infiltracyjne powinny wyposażone w przelew awaryjny z wyprowadzeniem do odbiornika.

Przykłady konstrukcji zbiorników filtracyjno-retencyjnych przedstawiono na rysunku 6 oraz fotografiach 3 i 4.

*Stawy* w odróżnieniu od zbiorników o regularnej formie i większych głębokościach są zbiornikami obsadzonymi roślinnością, o nieregularnych kształtach

i stosunkowo płytkimi. Stawy najlepiej lokalizować w naturalnych zagłębieniach terenu, np. w gliniankach. Mogą być „mokre”, ze stałą częścią wodną oraz „suche” – opróżniające się całkowicie z wody. Stała warstwa wody w stawach mokrych przeciwdziała procesom resedymencji w okresach intensywnych opadów i utrzymuje życie biologiczne w okresach suchych.

*Ekosystemy gruntowo-wodne* są stosowane do retencjonowania spływów opadowych, tam gdzie pozwalają na to warunki lokalne. Charakteryzuje je wysoki poziom wód gruntowych (blisko powierzchni terenu), bogata roślinność wodna (np. trzcina). Są to obszary o dużej powierzchni adsorpcyjnej zanieczyszczeń. Według danych literaturowych tereny takie są bardzo efektywne w oczyszczaniu spływów z dróg. W tym wypadku zaleca się wykorzystywanie naturalnych „mokrych terenów” lub lokalizowanie w obszarach wysokiego poziomu wód gruntowych płytkich basenów z roślinnością. Na dopływie do basenu należy przewidzieć redukcję zawieszin łatwo opadających oraz zatrzymanie zanieczyszczeń pływających. Tego typu urządzenia zaleca się stosować tam, gdzie odwodnienie drogi i wyprowadzanie wód poza zlewnię może spowodować zachwianie równowagi ekosystemu wodnego (wysuszenie). Konieczna jest w tym wypadku analiza wymagań ochrony środowiska.



**Rys. 6.** Zbiornik filtracyjno-retencyjny (sporządzono na podstawie dokumentacji projektowej autostrady) [Sawicka-Siarkiewicz, 2003]



**Fot. 1.** Przyautostradowy rów odwadniający trawiasty (fot. H. Sawicka-Siarkiewicz)



**Fot. 2.** Przyautostradowy rów odwadniający uszczelniony (fot. H. Sawicka-Siarkiewicz)



**Fot. 3.** Układ zbiorników retencyjno-infiltracyjnych w systemie odwodnienia autostrady (fot. H. Sawicka-Siarkiewicz)



**Fot. 4.** Zbiornik infiltracyjno-odparowujący w systemie odwadniającym węzeł drogowy (fot. H. Sawicka-Siarkiewicz)

**Dokumentacja i badania.** Do podjęcia decyzji dotyczącej sposobu i zakresu ochrony wód podziemnych oraz ziemi ze względu na odprowadzanie wód opadowych z autostrady konieczne jest opracowanie dokumentacji określającej warunki hydrogeologiczne w rejonie przebiegu trasy. Dokumentacja taka, związana z projektowaniem inwestycji, powinna zawierać następujące elementy:

- ❑ rozpoznanie budowy geologicznej, z uwzględnieniem litologii i miąższości poszczególnych warstw, ich własności fizyczno-mechanicznych;
- ❑ rozpoznanie warunków hydrogeologicznych, a w szczególności głębokości do pierwszego poziomu wodonośnego, kontaktów hydraulicznych z niżej leżącymi poziomami wodonośnymi oraz wodami powierzchniowymi, przepuszczalności utworów przypowierzchniowych, kierunków i prędkości przepływu wód podziemnych, wielkości sezonowych wahań zwierciadła wód;
- ❑ ocenę jakości wód i prognozę zmian ich właściwości fizycznych i składu chemicznego pod wpływem projektowanej inwestycji;
- ❑ wnioski i wytyczne służące organizacji monitoringu jakości wód podziemnych,
- ❑ wskazanie obszarów wymaganej ochrony wód podziemnych w tym strefy ochrony pośredniej ujęć wód podziemnych, z którą wiąże się zasięg szczelnego systemu odwodnienia.

Wskazane jest wykonanie badań jakości wód podziemnych i ziemi w rejonie planowanej inwestycji. W razie modernizacji i rozbudowy dróg istniejących badania takie pozwoliłyby ocenić wpływ eksploatowanej drogi na jakość środowiska gruntowo-wodnego i zasięg tego oddziaływania.

Wyniki badań w rejonie dróg istniejących powinny być wykorzystane w projektach dróg biegnących nowym szlakiem. W danym wypadku należałoby wykonać badania przedrealizacyjne.

## 4. ZASADY SPORZĄDZANIA DOKUMENTACJI HYDROGEOLOGICZNYCH W ZWIĄZKU Z PROJEKTOWANIEM DRÓG KRAJOWYCH I AUTOSTRAD

### 4.1. OGÓLNY SCHEMAT PROCESU DOKUMENTOWANIA HYDROGEOLOGICZNEGO

Rola i umiejscowienie dokumentacji hydrogeologicznej w procesie inwestycyjnym przedsięwzięć drogowych przedstawiono szczegółowo w rozdziale 2. W obowiązującym aktualnie stanie prawnym analiza i dokumentowanie uwarunkowań hydrogeologicznych lokalizacji tych inwestycji jest możliwa jedynie na etapie postępowania w sprawie oceny oddziaływania na środowisko. Dokumentacja hydrogeologiczna jest wykonywana zgodnie z zakresem i wymaganiami zawartymi w rozporządzeniu Ministra Środowiska w sprawie szczegółowych wymagań, jakim powinny odpowiadać dokumentacje hydrogeologiczne i geologiczno-inżynierskie. Jej ustalenia powinny być podane w raporcie o oddziaływaniu przedsięwzięcia na środowisko, a sama dokumentacja powinna stanowić jego istotny załącznik.

Dla inwestycji drogowych o dużym natężeniu ruchu, ze względu na ich specyfikę, przyjęto 2-etapowy sposób prowadzenia analiz uwarunkowań hydrogeologicznych ich lokalizacji:

- 1) etap analizy wstępnej** (ogólnej), wykonywanej dla całego odcinka planowanej trasy drogowej tylko na podstawie szczegółowej analizy materiałów archiwalnych i informacji zebranych w trakcie kartowania terenowego, etap ten kończy się opracowaniem ogólnej dokumentacji hydrogeologicznej, która może zakończyć cały proces dokumentowania hydrogeologicznego lub też może zalecać wykonanie dodatkowego rozpoznania w wytypowanych rejonach;
- 2) etap analizy szczegółowej**, tylko dla tzw. odcinków problemowych, wytypowanych do szczegółowego udokumentowania w dokumentacji wstępnej; badania w tym etapie są oparte na wcześniej wykonanym i zatwierdzonym projekcie prac geologicznych, kończą się opracowaniem szczegółowej dokumentacji hydrogeologicznej stanowiącej uzupełnienie dokumentacji ogólnej.

## **SCHEMAT PROCESU DOKUMENTOWANIA HYDROGEOLOGICZNEGO**

### **1. Zlecenie rozpoznania uwarunkowań hydrogeologicznych lokalizacji planowanej inwestycji drogowej**

Rozpoznanie i udokumentowanie uwarunkowań hydrogeologicznych jest zlecane przez Inwestora w związku z postępowaniem w sprawie oceny oddziaływania na środowisko planowanej inwestycji. Opracowanie dokumentacji hydrogeologicznej może być oddzielnym zadaniem lub też może wchodzić w zakres zlecenia dotyczącego opracowania raportu oddziaływania planowanej inwestycji na środowisko.

### **2. Wstępna analiza hydrogeologiczna**

Prace dokumentacyjne są wykonywane dla całego odcinka planowanej inwestycji i obejmują następujący zakres prac i czynności:

- zbieranie materiałów archiwalnych,
- kartowanie hydrochemiczne i pobór prób wody do analiz laboratoryjnych,
- weryfikacja i analiza zebranych materiałów archiwalnych i terenowych,
- analiza wstępnych założeń i rozwiązań technicznych planowanej inwestycji,
- przygotowanie opracowania zatytułowanego „Dokumentacji określającej warunki hydrogeologiczne w związku z projektowaniem ..... (nazwa inwestycji drogowej) – Etap I (analiza ogólna)”, tzw. ogólnej dokumentacji hydrogeologicznej lub dokumentacji ogólnej.

Szczegółowe zasady sporządzania ogólnej dokumentacji hydrogeologicznej przedstawiono w podrozdziale 4.2.

### **3. Zatwierdzanie dokumentacji ogólnej**

Inwestor lub wykonawca dokumentacji posiadający pisemne pełnomocnictwo zamawiającego przekazuje jej 4 egzemplarze właściwemu organowi administracji geologicznej. Procedurę zatwierdzania dokumentacji reguluje ust. 1a art.45 ustawy – Prawo geologiczne i górnicze. Organ administracji geologicznej w terminie 2 miesięcy od daty otrzymania dokumentacji zawiadamia pisemnie inwestora o jej przyjęciu bez zastrzeżeń, a jeżeli dokumentacja nie odpowiada ona wymaganiom określonych w przepisach prawa, żąda w formie decyzji, uzupełnienia lub poprawienia dokumentacji. Brak zawiadomienia o stanowisku organu administracji geologicznej w wymaganym terminie oznacza w praktyce przyjęcie dokumentacji bez zastrzeżeń.

Jeżeli w dokumentacji ogólnej nie zostały zidentyfikowane miejsca lub odcinki problemowe wymagające szczegółowego rozpoznania hydrogeologicznego, wyżej wymienione zawiadomienie o przyjęciu dokumentacji kończy proces dokumentowania hydrogeologicznego na potrzeby planowanej inwestycji drogowej. Jeśli jednak miejsca takie zostały ustalone, po otrzymaniu zawiadomienia o przyjęciu dokumentacji należy przystąpić do realizacji II-go etapu prac dokumentacyjnych mających na celu przygotowanie dla tych miejsc szczegółowych dokumentacji hydrogeologicznych.

### **4. Opracowanie projektu prac geologicznych**

Przygotowanie szczegółowej dokumentacji hydrogeologicznej dla miejsc i odcinków problemowych wiąże się z koniecznością wykonania robót geologicznych. Zgodnie z art.



32 ust. 1 ustawy – Prawo geologiczne i górnictwo mogą być one realizowane tylko na podstawie zatwierdzonego projektu prac geologicznych. Ponieważ projekt dotyczy konkretnych miejsc i problemów szczegółowo opisanych już w dokumentacji ogólnej, powinien mieć maksymalnie uproszczoną formę, a jego tytuł powinien brzmieć następująco: „Projekt prac geologicznych dla szczegółowego udokumentowania warunków hydrogeologicznych odcinków problemowych projektowanej ..... (nazwa inwestycji drogowej)”. Szczegółowe zasady przygotowania projektu zostały przedstawione w podrozdziale 4.4.1.

### **5. Zatwierdzanie projektu prac geologicznych**

Projekt, w liczbie 4 egzemplarzy, przekazuje do zatwierdzenia inwestor, który zlecił jego opracowanie lub też wykonawca, posiadający pisemne pełnomocnictwo zamawiającego. Projekt zatwierdza, w drodze decyzji, właściwy organ administracji geologicznej po zasięgnięciu opinii właściwego terytorialnie wójta, burmistrza lub prezydenta miasta i po sprawdzeniu jego zgodności z obowiązującymi przepisami prawa określonymi w szczególności w ustawie – Prawo geologiczne i górnictwo oraz w rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 19 grudnia 2001 r. w sprawie projektów prac geologicznych (art. 33 ustawy – Prawo geologiczne i górnictwo). Projekt dotyczący autostrad i innych dróg, w odniesieniu do których obowiązek sporządzenia raportu o oddziaływaniu przedsięwzięcia na środowisko wynika z przepisów prawa ochrony środowiska, zatwierdza geolog wojewódzki, w imieniu marszałka województwa (ust. 3 art. 103 ustawy – Prawo geologiczne i górnictwo). Projekt jest zatwierdzany na czas oznaczony.

### **6. Realizacja prac terenowych i laboratoryjnych zaplanowanych w projekcie**

Wykonawca prac geologicznych jest zobowiązany zgłosić zamiar przystąpienia do wykonywania robót geologicznych właściwemu organowi administracji geologicznej, organowi nadzoru górnictwa oraz wójtowi, burmistrzowi lub prezydentowi miasta właściwemu ze względu na miejsce wykonywanych robót (ust. 1 art. 35 ustawy – Prawo geologiczne i górnictwo). W zgłoszeniu należy określić termin rozpoczęcia i zakończenia robót, ich rodzaj, podstawowe dane dotyczące prac geologicznych oraz dane dotyczące osób sprawujących dozór i kierownictwo tych prac. Zgodnie z zapisem ust. 1 art. 31 ustawy – Prawo geologiczne i górnictwo, prace geologiczne mogą być wykonywane, dozоровane i kierowane tylko przez osoby mające odpowiednie kwalifikacje i uprawnienia geologiczne. Zgłoszenie dokonuje się na piśmie najpóźniej na dwa tygodnie przed zamierzonym terminem rozpoczęcia prac. Po upływie tego terminu można przystąpić do wykonania zaplanowanych robót geologicznych.

### **7. Sporządzanie szczegółowej dokumentacji hydrogeologicznej odcinków problemowych**

Dokumentacja ta stanowi uzupełnienie dokumentacji ogólnej w zakresie spraw, które ze względu na braki rozpoznania nie mogły być w niej przedstawione z wystarczającą dokładnością. Z tego względu powinna mieć ona charakter maksymalnie uproszczony i powinna koncentrować się na opisie wykonanych badań i stopniu osiągnięcia zakładanych celów badawczych. Jej tytuł powinien brzmieć: „Dokumentacja szczegółowa określająca



warunki hydrogeologiczne odcinków problemowych projektowanej ..... (nazwa inwestycji drogowej)”. Szczegółowe zasady sporządzania tego typu dokumentacji zostały przedstawione w podrozdziale 4.4.2.

### **8. Zatwierdzanie dokumentacji szczegółowej**

Dokumentacja szczegółowa, będąc uzupełnieniem dokumentacji ogólnej, podlega tej samej co ona procedurze zatwierdzania (opisanej wyżej). Organ administracji geologicznej po sprawdzeniu jej zgodności z przepisami prawa oraz z zakresem prac zaplanowanych do wykonania w zatwierdzonym projekcie prac geologicznych, zawiadamia, w terminie 2 miesięcy, pisemnie inwestora o przyjęciu dokumentacji bez zastrzeżeń lub też żąda w drodze decyzji jej uzupełnienia lub poprawienia.

Z chwilą przyjęcia dokumentacji bez zastrzeżeń kończy się cały proces dokumentowania hydrogeologicznego i przygotowane dokumentacje warunków hydrogeologicznych mogą być przyjęte jako podstawa opracowania raportu o oddziaływaniu planowanej inwestycji drogowej na środowisko, oczywiście w zakresie oddziaływania na wody podziemne.

## **4.2. WYMAGANIA FORMALNE**

Zgodnie z zapisem w art.40 ustawy – Prawo geologiczne i górnicze, *wyniki prac geologicznych, wraz z ich interpretacją oraz określeniem stopnia osiągnięcia zamierzonego celu, należy przedstawić w dokumentacji geologicznej*. Jednym z rodzajów tej dokumentacji jest dokumentacja hydrogeologiczna wykonywana w celu określenia warunków hydrogeologicznych w związku z projektowaniem inwestycji mogących zanieczyścić wody podziemne (pkt d) ust.1, art.42 ustawy), do których zalicza się także inwestycje drogowe o dużym natężeniu ruchu (autostrady i drogi szybkiego ruchu). Zasady i wymagania dotyczące sporządzania tego typu dokumentacji są określone w dwóch, następujących aktach prawnych:

- ustawa z dnia 4 lutego 1994 r. – Prawo geologiczne i górnicze (Dz U z 1994 r., nr 27, poz. 96, z późn. zm.), w której określono jedynie ogólne wymagania w tym zakresie, w art.42:
  - ust.2 – *Z zastrzeżeniem ust.3, dokumentacja hydrogeologiczna powinna określać:*
    - 1) budowę geologiczną i warunki hydrogeologiczne badanego obszaru,
    - 2) warunki występowania wód podziemnych, w tym charakterystykę warstw wodonośnych określonego poziomu,
    - 3) jakość wody podziemnej, a w przypadku wody leczniczej także trwałość jej składu chemicznego i cechy fizyczne,
    - 4) przedsięwzięcia niezbędne dla ochrony środowiska,
    - 5) przedsięwzięcia niezbędne dla ochrony obiektów na powierzchni.
  - ust.3: *Poza wymaganiami, o których mowa w ust.2, dokumentacja hydrogeologiczna powinna również określać, stosownie do potrzeb:*

- 1) zasoby i depresję w oznaczonych poziomach wodonośnych oraz w oznaczonym czasie,
  - 2) techniczne możliwości wydobywania wody,
  - 3) techniczne możliwości zatłaczania wód do górotworu,
  - 4) **wpływ jaki na stosunki wodne wywiera projektowana inwestycja, o której mowa w ust.1 pkt 2 lit. d),** lub bezzbiornikowe magazynowanie substancji oraz składowanie odpadów w górotworze, w tym w podziemnych wyrobiskach górniczych,
  - 5) granice projektowanych stref ochronnych ujęć wód podziemnych oraz obszarów ochronnych zbiorników ó podziemnych,
  - 6) ocenę hydrogeologiczną i prognozę skutków po zakończeniu odwodnienia zakładów górniczych,
  - 7) rodzaj, charakter i stopień zanieczyszczeń gruntów i wód podziemnych;
- rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 3 października 2005 r. w sprawie szczegółowych wymagań, jakim powinny odpowiadać dokumentacje hydrogeologiczne i geologiczno-inżynierskie (Dz U z 2005 r., nr 201, poz.1673), w którym w rozdziale 3 określono szczegółowe wymagania dotyczące sporządzania dokumentacji hydrogeologicznych, w sposób następujący:
- § 12 ust. 1: Część opisowa dokumentacji hydrogeologicznej określającej warunki hydrogeologiczne w związku z projektowaniem inwestycji mogących zanieczyścić wody podziemne, w tym składowaniem odpadów na powierzchni, powinna zawierać:
- 1) nazwę i lokalizację projektowanej inwestycji;
  - 2) charakterystykę rozwiązań technicznych i technologicznych inwestycji;
  - 3) omówienie zakresu i wyników wykonanych badań w stosunku do projektu prac geologicznych;
  - 4) opis sposobu użytkowania terenu w sąsiedztwie projektowanej inwestycji, wskazanie obszarów objętych ochroną, lokalizacji ujęć wód podziemnych i ich stref ochronnych;
  - 5) omówienie morfologii terenu oraz sieci hydrograficznej w rejonie projektowanej inwestycji;
  - 6) omówienie budowy geologicznej i warunków hydrogeologicznych, a zwłaszcza głębokości do pierwszego poziomu wodonośnego, liczby poziomów wodonośnych, miąższości i przepuszczalności nadkładu, więzi hydraulicznej z wodami powierzchniowymi, kierunków i prędkości przepływu wód podziemnych, wielkości sezonowych wahań położenia zwierciadła wód podziemnych;
  - 7) charakterystykę parametrów hydrogeologicznych na podstawie badań przeprowadzonych w wykonanych otworach badawczych;
  - 8) charakterystykę właściwości fizycznych i składu chemicznego wód podziemnych na podstawie wykonanych analiz wód oraz prognozę ich zmian pod wpływem oddziaływania projektowanej inwestycji;

- 9) omówienie rodzaju, charakteru i stopnia zagrożenia na etapie realizacji inwestycji, użytkowania i likwidacji obiektu oraz w przypadku awarii, ze wskazaniem możliwości zanieczyszczenia gruntów i wód podziemnych oraz, w razie potrzeby, czasu i zasięgu migracji potencjalnych zanieczyszczeń;
  - 10) wskazania i zalecenia dotyczące konieczności ograniczenia rozmiarów inwestycji lub wprowadzenia technologii i innych rozwiązań eliminujących nadmierny wpływ na środowisko;
  - 11) wskazania dla zabezpieczenia przed oddziaływaniem obiektu na środowisko w procesie jego likwidacji;
  - 12) zalecenia do prowadzenia monitoringu jakości wód podziemnych.
- § 12 ust. 4: Część graficzna dokumentacji, o której mowa w ust. 1 i 2, powinna zawierać:
- 1) mapę przeglądową z lokalizacją terenu przeprowadzonych prac;
  - 2) mapę dokumentacyjną na podkładzie topograficznym z naniesioną lokalizacją terenu inwestycji, ujęć wód podziemnych i innych otworów wiertniczych, punktów badawczych, sieci monitoringu wód, linii przekrojów hydrogeologicznych, cieków wodnych i zbiorników powierzchniowych, granic obszarów i terenów górniczych oraz granic obszarów objętych ochroną i terenów ochrony pośredniej ujęć wód podziemnych;
  - 3) mapę hydrogeologiczną poziomu wodonośnego istotnego ze względu na zagrożenie jakości wód podziemnych, zawierającą zwłaszcza hydroizohipsy wykreślone na podstawie datowanych pomiarów poziomu zwierciadła wody;
  - 4) przekroje hydrogeologiczne;
  - 5) wykresy wyników wykonanych próbnym pompowań;
  - 6) zestawienia zbiorcze wyników wierceń;
  - 7) wyniki analiz fizykochemicznych i bakteriologicznych wody;
  - 8) wyniki pozostałych badań wykonanych w związku z określeniem warunków hydrogeologicznych.

Cytowane rozporządzenie stanowi główną formalną podstawę dla wykonywania dokumentacji hydrogeologicznych w związku z projektowaniem inwestycji drogowych, określając jednocześnie co taka dokumentacja powinna zawierać. Należy jednak pamiętać, że przedstawione wyżej wymagania mają charakter ogólny i nie uwzględniają całej specyfiki zadania geologicznego, ściśle związanej z rodzajem i charakterem dokumentowanego obszaru i obiektu. W proponowanym dalej sposobie opracowania dokumentacji hydrogeologicznej, oprócz wymagań formalnych, bierze się także pod uwagę szczególne wymagania w zakresie dokumentowania warunków hydrogeologicznych w rejonach lokalizacji projektowanych inwestycji drogowych. Przedstawiona zawartość i forma dokumentacji ogólnej jest ściśle związana z zadaniami, jakie zostały jej przypisane,

a które w sposób ogólny zostały przedstawione w wyżej zacytowanym rozporządzeniu. Podstawowym jej zadaniem jest maksymalnie szczegółowe rozpoznanie zagrożeń dla jakości wód podziemnych, jakie mogą powstać na etapie budowy obiektu drogowego i w trakcie jego eksploatacji. Celem tego rozpoznania jest wybór optymalnego wariantu lokalizacji drogi oraz wskazanie miejsc, w których ze względu na stopień zagrożenia lub szczególne wymagania ochronne (np. obszary zasilania ujęć wód) należy przewidzieć specjalne rozwiązania techniczne i działania kontrolne zabezpieczające wody podziemne przed niekorzystnym oddziaływaniem inwestycji drogowej.

Z założenia dokumentacja ogólna ma być opracowana jedynie na podstawie analizy materiałów archiwalnych i kartowania terenowego z niewielkim zakresem badań laboratoryjnych pobranych prób wód podziemnych. Nie przewiduje się w celu sporządzenia tej dokumentacji konieczności wykonywania specjalnych robót geologicznych, stąd też może być ona realizowana bez projektu prac geologicznych. Jeśliby jednak w trakcie opracowywania dokumentacji ogólnej okazało się, że wzdłuż projektowanej trasy są rejony i miejsca wymagające dodatkowego rozpoznania (tzw. odcinki problemowe), w dokumentacji należy je wskazać i zalecić wykonanie ich szczegółowej dokumentacji hydrogeologicznej, poprzedzonej badaniami terenowymi. Jeśli odcinków takich nie zidentyfikowano, zakres i szczegółowość uwarunkowań hydrogeologicznych przedstawionych w dokumentacji ogólnej powinna być wystarczająca do opracowania raportu o oddziaływaniu inwestycji na środowisko. Rozwiązanie takie jest racjonalne, ponieważ upraszcza i skraca proces dokumentowania hydrogeologicznego, a konieczność wykonania dodatkowych badań terenowych i laboratoryjnych (na ogół najkosztowniejszych) ogranicza do niezbędnego minimum.

Należy również pamiętać, że dokumentacja hydrogeologiczna jest wykonywana w momencie, gdy nie są jeszcze znane elementy istotne ze względu na pełną ocenę stopnia zagrożenia wód podziemnych, np. lokalizacja i wymiary planowanych wykopów, nasypów i obiektów towarzyszących, lokalizacja oraz głębokość drenażu jezdni, sposób odprowadzania spływów powierzchniowych. Z tego względu nie można w dokumentacji ustalić rzeczywistego zagrożenia środowiska gruntowo-wodnego ze strony konkretnych rozwiązań technicznych (bo nie są one znane), ale należy wziąć pod uwagę wariant najbardziej niekorzystny – kumulację wszystkich możliwych zagrożeń mogących wystąpić jednocześnie. Ocena wpływu konkretnych rozwiązań technicznych na środowisko może i powinna być wykonywana w ramach dokumentacji geologiczno-inżynierskich sporządzanych na etapie przygotowywania projektu budowlanego planowanej inwestycji.

## **4.3. ZASADY SPORZĄDZANIA OGÓLNEJ DOKUMENTACJI HYDROGEOLOGICZNEJ**

### **4.3.1. ZBIERANIE I WERYFIKACJA MATERIAŁÓW ARCHIWALNYCH**

Przygotowanie dokumentacji uwarunkowań hydrogeologicznych lokalizacji planowanej inwestycji w sposób wystarczający do wydania decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach wymaga zebrania, weryfikacji i analizy wszystkich istotnych materiałów archiwalnych.

Etap zbierania, weryfikacji i analizy materiałów archiwalnych należy traktować jako jeden z najważniejszych etapów w całym procesie dokumentowania hydrogeologicznego. Zestawienie i krytyczna analiza całości danych i opracowań archiwalnych jest warunkiem niezbędnym do właściwego opracowania ogólnej dokumentacji hydrogeologicznej, która w głównej mierze opiera się właśnie na analizie materiałów archiwalnych.

Wyszukanie, a następnie uzyskanie właściwych materiałów archiwalnych, często nastęrcza dużo problemów i wymaga podstawowej wiedzy o sposobie gromadzenia informacji oraz o zasadach ich udostępniania. Z drugiej strony, wiarygodność i szczegółowość uzyskanych informacji oraz jakość merytoryczna opracowań są bardzo różne i wymagają od dokumentatora dużego doświadczenia i wyczucia w ocenie ich przydatności. Poniżej wyszczególniono rodzaje danych i opracowań, jakie należy zebrać w celu opracowania dokumentacji, wskazując na sposób i źródła ich pozyskiwania. Podano również, w jakim zakresie mogą być one wykorzystane w dokumentacji i na co należy zwracać szczególną uwagę przy weryfikacji zebranych materiałów.

### **DANE I OPRAWCOWANIA NIEZBĘDNE DO SPORZĄDZENIA DOKUMENTACJI HYDROGEOLOGICZNEJ**

#### **1. Otwory wiertnicze z obszaru projektowanych badań**

Głównym źródłem pozyskiwania danych o otworach wiertniczych jest bank danych hydrogeologicznych HYDRO. Jego zasoby są udostępniane w bankach regionalnych oraz w banku centralnym w Warszawie prowadzonym przez Państwowy Instytut Geologiczny (PIG). W Centralnym Archiwum Geologicznym PIG w Warszawie można uzyskać również informacje o głębokich otworach badawczych (na ogół niezamieszczanych w banku HYDRO) oraz informacje o otworach badawczych wykonanych w związku z dokumentowaniem złóż kopalin (bank MIDAS). Dane o profilach wierceń można uzyskać również w wojewódzkich archiwach geologicznych (na ogół zawierają one najpełniejsze informacje) i znacznie rzadziej w archiwach powiatowych, które najczęściej są bardzo niepełne i źle zorganizowane (choć trafiają się wyjątki).

Przystępując do zbierania danych o otworach wiertniczych, trzeba pamiętać, że w naszym kraju informacja geologiczna jest własnością Skarbu Państwa i zasady jej udostępniania są ściśle uregulowane prawnie\*. Ogólną zasadą jest, że do celów komercyjnych

dostęp do tych informacji jest płatny. Dotyczy to wszelkich opracowań, które nie są finansowane z budżetu Państwa. Szczegółowo, zasady udostępniania informacji geologicznych są określone w trzech odrębnych regulaminach Ministra Środowiska, których pełny tekst można znaleźć na stronie internetowej: <http://www.pgi.gov.pl.cag>.

Gromadząc dane o otworach wiertniczych, należy zdawać sobie sprawę, że ich lokalizacja, a stąd i rzędna terenu, podawane w banku HYDRO, a także na mapach MHP 1:50 000, mogą być błędne. Ponieważ ma to znaczenie ze względu na właściwe ustalenie kierunków i prędkości przepływu wód podziemnych, ważnych w analizie zagrożenia, lokalizacja otworów wykorzystywanych w opracowaniu powinna być zweryfikowana w terenie.

## **2. Dokumentacje hydrogeologiczne ujęć wód podziemnych ustalające zasoby eksploatacyjne oraz strefy ochronne**

Dokumentacje tego typu mogą być szczególnie istotne w sytuacji, w której dokumentowany obszar zasobowy lub obszar strefy ochronnej przecina trasa projektowanej drogi. W niektórych wypadkach może jednak zachodzić potrzeba uwzględnienia także dalej położonych ujęć, które na pierwszy rzut oka znajdują się poza obszarem możliwego oddziaływania dokumentowanego obiektu drogowego. Przykładem mogą być ujęcia częściowo zasilane z wód powierzchniowych, będących odbiornikiem zanieczyszczonych wód opadowych i roztopowych odprowadzanych z jezdni i parkingów. W dokumentacji należy zidentyfikować ujęcia, które teoretycznie mogą być narażone na oddziaływanie drogi, a następnie ustalić, w jaki sposób został dla nich wyznaczony obszar zasilania, czy wykonano analizę zagrożenia, w jaki sposób i w jakim zakresie. Jest to sprawa bardzo istotna, ponieważ bliskie sąsiedztwo ujęć zbiorowego zaopatrzenia ludności w wodę do picia jest jednym z głównych kryteriów oceny „konfliktowości” lokalizacji planowanej drogi.

Dokumentacje ujęć można przeglądać w wojewódzkich i powiatowych archiwach geologicznych oraz w Centralnym Archiwum Geologicznym PIG w Warszawie. Można je również uzyskać bezpośrednio u użytkownika ujęcia, jeśli wyrazi na to zgodę.

## **3. Archiwalne badania geofizyczne**

Archiwalne badania geofizyczne mogą być cennym, uzupełniającym źródłem informacji o budowie geologicznej obszaru badań. Nie wolno ich pomijać, zwłaszcza jeżeli zostały wykonane w miejscu lokalizacji trasy autostrady. W projekcie należy zalecić wykorzystanie wyników tych badań, a czasem nawet ich reinterpretację, jeśli są nowe dane wiertnicze. Ze względu na charakter prac dokumentacyjnych korzystać należy głównie z wyników badań geoelektrycznych.

Bank danych elektrooporowych jest prowadzony przez Centralne Archiwum Geologiczne PIG w Warszawie. Materiały są udostępniane bezpłatnie, na miejscu, po złożeniu odpowiedniego wniosku przez zainteresowanego. Informacje o lokalizacji wykonanych badań geofizycznych i ich dokumentacjach są również dostępne na stronie internetowej PIG: <http://www.pgi.gov.pl.cag>.

## **4. Monitoring wód podziemnych**

Jeśli otwory monitoringowe znajdują się w granicach obszaru badań i w bezpośrednim

sąsiedztwie planowanej drogi, wyniki prowadzonych w nich obserwacji mogą być bardzo istotne i nie wolno z nich rezygnować. W dokumentacji należy zebrać i podać następujące informacje:

- rodzaj monitoringu (krajowy, regionalny, lokalny, osłonowy ujęcia),
- cel monitoringu,
- zakres, harmonogram i aktualny stan badań,
- dokładną lokalizację otworów obserwacyjnych i ich dane techniczno-geologiczne,
- wyniki analiz i obserwacji przynajmniej z kilku ostatnich lat.

Należy ustalić, z których otworów wyniki obserwacji mogą być rzeczywiście przydatne w opracowywaniu dokumentacji warunków hydrogeologicznych rejonu planowanej inwestycji drogowej i w jakim zakresie.

Dane z monitoringu wód podziemnych sieci krajowej są gromadzone w dwóch bazach danych prowadzonych przez Państwowy Instytut Geologiczny:

- SOH – baza danych obserwacji stacjonarnych,
- MONBADA – baza danych jakości wód podziemnych.

Wyniki pomiarów w postaci nieprzetworzonej są udostępniane przez PIG jedynie upoważnionym instytucjom. W postaci zinterpretowanej są prezentowane w Internecie na stronie PIG, pod adresem <http://www.pgi.gov.pl/soh>. W Internecie brak jest jednak danych aktualnych, bo opóźnienie we wprowadzaniu informacji wynosi kilka lat.

Dane z monitoringu regionalnych i lokalnych można uzyskać w wojewódzkich i bardzo rzadko w powiatowych archiwach geologicznych. Na ogół dotyczą one pomiarów zwierciadła wody. Monitoring jakościowy, jeśli jest, to prowadzony jest najczęściej przez wojewódzkie inspektoraty ochrony środowiska, które za ich udostępnienie pobierają wysokie opłaty.

Monitoring I-go poziomu wód gruntowych w zakresie pomiarów zwierciadła wody jest prowadzony w ograniczonym zakresie również przez Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej (IMiGW). Sieć obserwacyjna funkcjonuje od 1951 r. i początkowo obejmowała około 1700 posterunków na obszarze całego kraju. Aktualnie została mocno ograniczona. Wyniki obserwacji oraz dane przetworzone są udostępniane odpłatnie przez oddziały IMiGW.

W Internecie na stronie <http://www.otkz.pol.pl>, można bezpłatnie uzyskać informacje na temat lokalizacji posterunków, ogólne dane statystyczne z wyników pomiarów oraz stan aktualny i prognozę dla wód gruntowych. Baza IMiGW może być przydatna do ustalenia wielkości wahań sezonowych zwierciadła wód gruntowych w rejonie planowanej inwestycji drogowej, ważnej w ocenie zagrożenia wód podziemnych i powierzchniowych w jej sąsiedztwie.

## **5. Regionalne dokumentacje hydrogeologiczne**

Dokumentacje tego typu mogą być przydatne do opracowania dokumentacji pod warunkiem, że ich szczegółowość i skala opracowania są odpowiednie. W szczególności mogą być wykorzystywane dokumentacje ustalające warunki hydrogeologiczne obszarów głównego zbiornika wód podziemnych, w których na ogół dużo uwagi poświęca się rozpoznaniu

naturalnej odporności wód podziemnych na zanieczyszczenie. Szczególną uwagę należy też zwrócić na dokumentację, w ramach której prowadzono badania modelowe przepływu wód lub transportu zanieczyszczeń. Ustalenia tych dokumentacji często można wykorzystać w sposób bezpośredni w analizie zagrożenia wód podziemnych ze strony planowanej inwestycji drogowej.

Informacje o wykonanych dokumentacjach regionalnych można uzyskać w wojewódzkich archiwach geologicznych, które zawsze otrzymują jeden egzemplarz opracowania oraz w Centralnym Archiwum Geologicznym PIG w Warszawie. Przeglądanie dokumentacji jest nieodpłatne, na wniosek zainteresowanego.

## **6. Mapy szczegółowe w skali 1:50000 opracowywane przez PIG: MHP, SMGP, MGG**

Mapy te można zakupić w wersji cyfrowej lub drukowanej jedynie w Centralnym Archiwum Geologicznym PIG w Warszawie. Przeglądanie jest bezpłatne, na miejscu w archiwum na pisemny wniosek zainteresowanego. Zasady i cennik udostępniania seryjnych map geologicznych można znaleźć na stronie internetowej PIG.

- ❑ *Mapa hydrogeologiczna Polski (MHP)* zawiera wiele informacji przydatnych do opracowania ogólnej dokumentacji hydrogeologicznej, jak np.: głębokość do głównego użytkowego poziomu wodonośnego, kierunki przepływu wód, jakość wód i stopień ich zagrożenia. Ze względu na swój zgeneralizowany charakter, mapa ta może być wykorzystana jedynie w ograniczonym zakresie. Przydatność mapy w ocenie zagrożenia wód podziemnych w rejonach lokalizacji dróg znacznie się zwiększy po uzupełnieniu jej o informacje dotyczące I-go poziomu wodonośnego. Prace w tym zakresie są aktualnie realizowane. Należy również pamiętać, że mapa ta nie zawiera pełnej terenowej weryfikacji otworów, co oznacza, że ich lokalizacja może być błędna i wymaga sprawdzenia w terenie.
- ❑ *Szczegółowa mapa geologiczna Polski (SMGP)* zawiera cenne informacje litologiczno-stratygraficzne z genetyczną charakterystyką utworów powierzchniowych. Do opracowania ogólnej dokumentacji hydrogeologicznej szczególnie użyteczna będzie głównie mapa geologiczna utworów powierzchniowych, dająca ogólny pogląd na temat warunków naturalnej izolacji wód podziemnych I-go poziomu wodonośnego.
- ❑ *Mapa geologiczno-gospodarcza Polski (MGGP)* zawiera głównie informacje dotyczące udokumentowanych złóż kopaliny i obszarów górniczych oraz dodatkowo ogólne informacje o warunkach podłoża gruntowego do celów budowlanych, granice obszarów chronionych, główne ujęcia wód podziemnych i zasięg ich strefy ochrony pośredniej. Znaczenie mapy ze względu na charakterystykę warunków hydrogeologicznych rejonu badań i ocenę zagrożenia wód podziemnych jest niewielkie. W niektórych wypadkach, tam gdzie eksploatacja złóż jest prowadzona, może być jednak istotne. Mapa ta bowiem stanowi podstawowe źródło informacji o udokumentowanych zasobach złóż surowców skalnych, które mogą być wykorzystywane przy budowie drogi i stąd też powinna być uwzględniona w ogólnej dokumentacji hydrogeologicznej. Mapa nie obejmuje jeszcze obszaru całego kraju.
- ❑ *Mapa geośrodowiskowa Polski (MGP)* Jest wykonywana od 2002 r. i stanowi rozszerzenie treści MGGP o system obszarów NATURA 2000 oraz o informacje na temat



zanieczyszczenia gleb i osadów rzecznych głównie metalami ciężkimi i związkami organicznymi. Stanowi prezentację kartograficzną bogatej bazy danych geochemicznych prowadzonej przez PIG. Zawiera także przestrzenną ocenę stopnia zagrożenia głównego użytkowego poziomu wodonośnego na podstawie ustaleń MHP. W sporządzaniu dokumentacji hydrogeologicznych obszarów lokalizacji inwestycji drogowych mapa ta może być wykorzystana w ograniczonym zakresie, głównie w charakterystyce stanu zanieczyszczenia gleb i gruntów powierzchniowych. W chwili obecnej liczba opracowanych arkuszy jest jeszcze stosunkowo nieduża. Całkowite pokrycie kraju jest planowane na 2011 r.

## **7. Mapy hydrograficzne i sozologiczne w skali 1:50 000 z zasobów Głównego Geodety Kraju**

Mapy te można kupić w Centralnym Ośrodku Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej w Warszawie, ul. Żurawia 3/5. Jak dotąd pokrycie kraju arkuszami tych map jest stosunkowo nieduże, ale sukcesywnie się powiększa. Informacje o aktualnym stanie mapy i dostępnych arkuszach można uzyskać na stronie internetowej: <http://codgik.waw.pl>.

- Mapa hydrograficzna* zawiera cenne informacje o głębokości zalegania i wahaniami I-go zwierciadła wód podziemnych oraz wiele innych, które mogą być przydatne dla analizy zagrożenia wód w rejonie trasy autostrady, jak przepuszczalność gruntów powierzchniowych, zrzuty ścieków, punkty pomiarowe wód podziemnych i powierzchniowych. Mapa ta powinna być traktowana jako jedna z podstawowych przy ocenie podatności I-go poziomu wodonośnego na zanieczyszczenie. Nie ma jeszcze pełnego pokrycia kraju arkuszami tej mapy, ale prace są cały czas kontynuowane.
- Mapa sozologiczna* przedstawiająca różne ogniska zanieczyszczeń i ocenę ich możliwego oddziaływania na środowisko, może być również cennym źródłem informacji o stanie zagrożenia środowiska gruntowo-wodnego w rejonie projektowanej autostrady. Należy jednak pamiętać, że mapa ta stosunkowo szybko się dezaktualizuje i konieczne jest zweryfikowanie i aktualizacja w terenie zawartych na niej informacji. Jak w przypadku mapy hydrograficznej również ta mapa nie obejmuje kraju.

## **8. Dokumentacje geologiczno-inżynierskie**

Dokumentacje te mogą być bardzo cennym źródłem informacji o warunkach gruntowo-wodnych strefy przypowierzchniowej, pod warunkiem, że dotyczą obszarów znajdujących się w bezpośrednim sąsiedztwie rozważanej lokalizacji drogi. Szczególnie cenne będą oczywiście dokumentacje wykonane w związku z planowaną inwestycją na etapie studium przedprojektowego. Zawsze należy spytać inwestora, jaki zakres badań geologiczno-inżynierskich został dotychczas wykonany.

Dostęp do dokumentacji geologiczno-inżynierskich, których wykonywanie podlega przepisom ustawy – Prawo geologiczne i górnicze, jest bezpłatny, na pisemny wniosek zainteresowanego. Dokumentacje można przeglądać w wojewódzkich i powiatowych archiwach geologicznych oraz w Centralnym Archiwum Geologicznym PIG w Warszawie po złożeniu pisemnego wniosku. Można je również uzyskać bezpośrednio u inwestora, jeśli wyrazi na to zgodę.

## **9. Raporty OOŚ dla obiektów zlokalizowanych na obszarze projektowanych badań**

Zapoznanie się z tymi opracowaniami może być czasem istotne, jeśli analizujemy stan wód podziemnych i szukamy przyczyn jego zmiany na etapie ustalania tzw. „stanu zerowego” (przed wybudowaniem planowanej drogi). W szczególności dotyczyć to będzie obiektów zlokalizowanych w bezpośrednim sąsiedztwie projektowanej trasy drogowej, gdzie szczególnie istotne jest rozpoznanie źródeł zanieczyszczenia wód.

Dostęp do raportów o oddziaływaniu na środowisko jest bezpłatny i uregulowany zapisami zawartymi w ustawie – Prawo ochrony środowiska.\*\* Można z nich korzystać na piśmie wniosek w archiwach powiatowych i/lub wojewódzkich.

## **10. Plany zagospodarowania przestrzennego gmin**

W miejscowych planach zagospodarowania przestrzennego (mpzp) oraz w studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego gminy (suikzp) można znaleźć wiele informacji istotnych dla oceny stanu środowiska w rejonie autostrady (ogniska zanieczyszczeń, charakter użytkowania terenu), aktualnych i przyszłych funkcji terenu, stanu infrastruktury, gospodarki wodno–ściekowej. Informacje te, uzupełnione o przeprowadzoną w dokumentacji analizę zagrożenia wód podziemnych, pozwolą ocenić warianty rozwiązań lokalizacyjnych planowanej drogi raz wytypować miejsca problemowe, wymagające szczegółowego rozpoznania i udokumentowania.

Wgląd do planów zagospodarowania przestrzennego jest bezpłatny i uregulowany przepisami ustawy – Prawo ochrony środowiska. Opracowania te są łatwo dostępne w urzędach gmin.

---

\* Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 19 grudnia 2001 r. w sprawie gromadzenia i udostępniania próbek i dokumentacji geologicznych (Dz U z 2001 r., nr 153, poz.1780)

\*\* Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. – Prawo ochrony środowiska (Dz U z 2001 r., nr 62, poz.627, z późn. zm.), Dział IV, rozdział 1.

## **4.3.2. PRACE TERENOWE I LABORATORYJNE**

### **4.3.2.1. Kartowanie hydrogeologiczne i sozologiczne**

Opracowanie ogólnej dokumentacji hydrogeologicznej nie wymaga wcześniejszego wykonania i zatwierdzenia projektu prac geologicznych (ze względu na brak robót geologicznych). Nie wymaga również wykonania badań terenowych i laboratoryjnych w zakresie dostosowanych do specyfiki terenu. Jednak do jej sporządzenia jest niezbędne wykonanie kartowania terenowego i badań jakości wód podziemnych.

Kartowanie terenowe jest ważnym i niezbędnym elementem prac geologicznych wykonywanych na potrzeby opracowania dokumentacji warunków hydrogeologicznych rejonu planowanej inwestycji drogowej. W każdym wypadku kartowanie terenowe powinno być wykonane maksymalnie szczegółowo i powinno obejmować kartowanie hydrogeologiczne, sozologiczne i hydrochemiczne.

**Obszar kartowania.** Obszar kartowania powinien być ustalony z uwzględnieniem specyfiki hydrogeologicznej obszaru lokalizacji planowanej trasy drogowej oraz przewidywanych zagrożeń. W celu wyznaczenia kierunków przepływu wód podziemnych na mapach hydroizohips, przy przeciętnym zagęszczeniu punktów pomiarowych i spadków hydraulicznych, przeważnie wystarczy objąć rozpoznaniem pas o szerokości około 4 – 6 km (t.j. po 2 – 3 km po obu stronach trasy autostrady). Takie mechaniczne podejście nie zawsze jest jednak właściwe i ostateczną decyzję o wielkości obszaru kartowania, należy pozostawić do uznania dokumentatorowi. Ustalając obszar do kartowania, powinien on wziąć pod uwagę następujące zalecenia:

- ❑ ze względu na ocenę stanu środowiska wód podziemnych w rejonie trasy drogowej przede wszystkim istotny jest obszar położony po stronie odpływu wód podziemnych w stosunku do jej lokalizacji; w niektórych wypadkach może być uzasadnione rozszerzenie obszaru kartowania w tym kierunku a ograniczenie go od strony dopływu;
- ❑ wyznaczając obszar do kartowania należy kierować się także lokalizacją ujęć wód podziemnych (zwłaszcza zbiorowego zaopatrzenia ludności) i innych obiektów ochrony (np. siedliska wodne), które mogą być potencjalnie zagrożone przez dopływ zanieczyszczonych wód z rejonu projektowanej drogi, nawet jeśli są położone w odległości większej niż 2 km, rutynowo przyjmowanej jako obszar badań;
- ❑ w niektórych obszarach od razu można przyjąć, że planowana droga nie będzie stanowiła zagrożenia dla środowiska wód podziemnych ze względu na budowę geologiczną obszaru i charakter odpływu wód z rejonu jej lokalizacji; w takiej sytuacji obszar kartowania można znacznie ograniczyć.

Z przedstawionych zaleceń wynika, że dobrze wyznaczony obszar kartowania wzdłuż trasy projektowanej drogi rzadko będzie miał kształt regularnego pasa o stałej szerokości.

### **Cele kartowania**

*Kartowanie hydrogeologiczne* ma na celu:

- ❑ maksymalnie szczegółowe rozpoznanie zalegania zwierciadła wody I-go poziomu wodonośnego oraz poziomów głębszych, w celu wyznaczenia kierunków i prędkości przepływu wód podziemnych;
- ❑ inwentaryzacja czynnych ujęć wód podziemnych prywatnego i zbiorowego zaopatrzenia ludności w wodę do picia (w tym studni kopanych);
- ❑ inwentaryzacja innych czynnych ujęć wód podziemnych, których pobór w sposób znaczący może oddziaływać na stosunki wodne w rejonie planowanej trasy drogowej;
- ❑ ustalenie stanu ochrony ujęć wód podziemnych (strefy ochronne ujęć);
- ❑ wytypowanie otworów hydrogeologicznych do opróbowania;
- ❑ rozpoznanie aktualnego i planowanego stanu wykorzystania i ochrony zasobów wodnych na dokumentowanym obszarze;
- ❑ rozpoznanie charakteru kontaktu wód podziemnych i powierzchniowych.

Kartowanie hydrogeologiczne umożliwia zweryfikowanie i uaktualnienie dotychczasowego rozpoznania warunków hydrogeologicznych w rejonie badań.

*Kartowania sozologiczne* ma na celu:

- ❑ inwentaryzację punktowych, liniowych i obszarowych ognisk zanieczyszczeń o stwierdzonym lub możliwym wpływie na środowisko gruntowo-wodne, wraz z przybliżoną, opisową oceną ich potencjalnego oddziaływania;
- ❑ ogólną ocenę stanu ekologicznego obszaru badań oraz realizacji przez gminy obowiązujących przepisów o ochronie środowiska.

Kartowanie sozologiczne pozwoli zidentyfikować istniejące i potencjalne ogniska zanieczyszczeń wód podziemnych, które mogą być odpowiedzialne za pogorszenie ich stanu jakościowego obecnie lub w przyszłości. Identyfikacja taka jest niezbędna do rozwiązywania ewentualnych konfliktów związanych z zanieczyszczeniem wód podziemnych, jakie mogą się pojawić w przyszłości, a które niesłusznie mogą być wiązane z oddziaływaniem projektowanej trasy drogowej w fazie jej budowy i eksploatacji.

### **Wytyczne i zakres kartowania**

*Kartowanie hydrogeologiczne* obejmuje:

- ❑ pomiary głębokości zalegania zwierciadła wody w indywidualnych studniach kopanych i wierconych oraz przeprowadzenie wywiadu z użytkownikiem na temat sposobu użytkowania studni, wielkości i celu poboru wody, sezonowych wahań zwierciadła wody, profilu geologicznego otworu studziennego; wszystkie te informacje należy zestawić w tabelach z podaniem numeru otworu zgodnego z mapą dokumentacyjną, danych adresowych i współrzędnych otworów; liczba otworów objętych kartowaniem powinna umożliwiać maksymalnie szczegółowe wykreślenie map hydroizohips, nie jest wymagane ani potrzebne kartowanie wszystkich studni prywatnych znajdujących się na obszarze badań;
- ❑ pomiary ustalonego zwierciadła wody i aktualnej wielkości poboru wody na wszystkich głębinowych ujęciach wodociągowych, zakładowych i innych zlokalizowanych na obszarze badań;
- ❑ dokładne sprawdzenie w terenie lokalizacji wszystkich pomierzonych otworów hydrogeologicznych i odczytanie rzędnych terenu z map topograficznych 1:25 000 lub 1:10 000;
- ❑ przegląd terenowy stanu wód powierzchniowych (cieków naturalnych, kanałów, podmokłości, stawów i jezior) w zakresie istotnym do rozpoznania ich związków z wodami podziemnym, jeżeli możliwa jest infiltracja wód powierzchniowych do wód podziemnych, uzasadnionym być może wykonanie pomiarów przepływu dla udokumentowania tej sytuacji;
- ❑ zebranie w urzędach gmin informacji na temat aktualnego i planowanego zagospodarowania wód podziemnych oraz ich ochrony (stan zaopatrzenia ludności w wodę, stan ochrony ujęć);

- ❑ zebranie informacji na temat stanu udokumentowania i ustanowienia stref ochronnych ujęć wód;
- ❑ zebranie informacji w Regionalnych Zarządach Gospodarki Wodnej (RZGW) na temat:
  - wydanych rozporządzeń ustanawiających strefy ochronne ujęć wód;
  - wydanych rozporządzeń ustanawiających obszary ochronne głównych zbiorników wód podziemnych (GZWP);
  - ochrony zbiorników wodnych wydzielonych zgodnie z wymaganiami Ramowej dyrektywy wodnej: jednolitych części wód podziemnych (GWB – ang. *ground water bodies*) oraz ekosystemów zależnych od wód podziemnych.

*Kartowanie sozologiczne* obejmuje:

- ❑ zbieranie informacji w urzędach gmin na temat:
  - aktualnego i planowanego użytkowania terenu (obszary intensywnie użytkowane rolniczo, strefy przemysłowe),
  - gospodarki ściekowej (obszary objęte zbiorowym oczyszczaniem ścieków, plany w zakresie rozbudowy kanalizacji zbiorczej, dane o pracujących oczyszczalniach i miejscach zrzutu ścieków),
  - zakładów uciążliwych dla środowiska gruntowo-wodnego, zlokalizowanych na terenie gminy,
  - konfliktów społecznych związanych z lokalizacją projektowanej drogi i sposobów ich rozwiązywania,
  - problemów z utrzymaniem dobrego stanu wód podziemnych eksploatowanych na ujęciach zlokalizowanych w strefie możliwego wpływu projektowanej drogi;
- ❑ zbieranie informacji w urzędach powiatowych i/lub wojewódzkich na temat:
  - raportów o oddziaływaniu na środowisko obiektów zlokalizowanych na obszarze kartowania,
  - rolniczego wykorzystania ścieków lub gnojowicy na podstawie wydanych pozwoleń wodnoprawnych,
  - pozwoleń wodnoprawnych na zrzut ścieków do gruntów lub wód;
- ❑ zbieranie informacji na miejscu u użytkowników obiektów uznanych za potencjalnie zagrażające środowisku gruntowo-wodnemu; u użytkownika obiektu przeważnie bardzo trudno będzie uzyskać wiarygodne informacje na temat wypełniania przepisów o ochronie środowiska, zwłaszcza jeśli ma on coś do ukrycia w tym zakresie; w takim wypadku należy oprzeć się na informacjach uzyskanych w urzędach gmin prowadzących ewidencję przedsiębiorców oraz w referatach ochrony środowiska urzędów powiatowych.

Informacje zebrane na temat istniejących i potencjalnych ognisk zanieczyszczeń wód podziemnych należy zestawić w tabeli zawierającej co najmniej:

- ❑ numer obiektu (zgodny z mapą dokumentacyjną);
- ❑ adres i nazwę obiektu;
- ❑ podstawowe dane o użytkowniku;

- ❑ krótką charakterystykę obiektu i jego możliwych oddziaływań na środowisko gruntowo-wodne (rodzaj uciążliwości, sposób postępowania ze ściekami i odpadami, sposób funkcjonowania obiektu, rodzaje zabezpieczeń i inne);
- ❑ charakterystykę fizjograficzną terenu w sąsiedztwie obiektu (morfologię, sposób użytkowania terenu);
- ❑ ocenę stopnia zagrożenia wód podziemnych ze strony obiektu, uwzględniającą podatność wód na zanieczyszczenie oraz wielkość i rodzaj emitowanych zanieczyszczeń.

#### **4.3.2.2. Kartowanie hydrochemiczne i pobieranie prób wody do analiz laboratoryjnych**

Ocena stanu jakościowego wód podziemnych w podłożu planowanej trasy drogowej i w jej bezpośrednim sąsiedztwie jest jednym z głównych elementów rozpoznania warunków hydrogeologicznych w celu wskazania zagrożeń, jakie budowa i przyszła eksploatacja drogi mogą stanowić dla jakości wód podziemnych wymagających ochrony. Pozwala rozpoznać i udokumentować stan wód podziemnych przed rozpoczęciem inwestycji, co może mieć dla inwestora bardzo duże znaczenie w przyszłości, jeśliby wystąpiono przeciwko niemu z niesłusznymi oskarżeniami o negatywne oddziaływanie drogi na wody podziemne.

Jakość wód ocenia się w sposób przybliżony bezpośrednio w terenie, w ramach tzw. kartowania hydrochemicznego i w sposób szczegółowy w trakcie badań laboratoryjnych prób wody pobranych z wytypowanych otworów studziennych.

**Cel badań.** Celem głównym badań hydrochemicznych jest ocena stanu jakościowego wód podziemnych I-go poziomu wodonośnego i analizowanych poziomów użytkowych w podłożu planowanej trasy drogowej i w bezpośrednim jej sąsiedztwie w celu ustalenia tzw. „stanu zerowego”, sprzed rozpoczęcia budowy. Rozpoznanie jakości wód na tym etapie pozwoli:

- ❑ ustalić aktualny stan jakości wód podziemnych, w tym zakres zróżnicowania i tło hydrochemiczne poszczególnych analizowanych parametrów jakościowych;
- ❑ ustalić dotychczasowe trendy zmian jakości wód podziemnych i ich przyczyny – jeżeli zmiany takie są i da się je ustalić na podstawie danych archiwalnych;
- ❑ zidentyfikować rejony zanieczyszczone antropogenicznie i wskazać źródła zanieczyszczeń;
- ❑ ustalić miejsca wymagające dodatkowego rozpoznania jakości wód podziemnych (na etapie szczegółowego dokumentowania miejsc problemowych) ze względu na możliwość występowania szczególnych, nieudokumentowanych dotąd zagrożeń;
- ❑ wskazać miejsca gdzie powinien być prowadzony monitoring wód podziemnych.

**Wytyczne kartowania hydrochemicznego.** Celem kartowania hydrochemicznego jest wstępne rozpoznanie jakości i stopnia zmian antropogenicznych wód podziemnych na podstawie oznaczeń w terenie parametru przewodności elektrolitycznej właściwej oraz pH i temperatury. Nie chodzi w tym wypadku o szczegółowość

i zakres oceny wymagana przez PIOŚ w badaniach monitoringowych, ale przede wszystkim o rozpoznanie miejsc, gdzie podwyższona wartość parametru przewodności może wskazywać na antropogeniczne zanieczyszczenie wody. Miejsca takie należy wytypować do szczegółowego rozpoznania jakości wód podziemnych przez pobranie prób wody do badań laboratoryjnych. Ograniczenie oznaczeń terenowych tylko do 3 parametrów wynika z celu badań oraz konieczności racjonalnego wydatkowania środków finansowych. Takie badania są stosunkowo proste do wykonania i nie podrażają w sposób znaczący kosztów badań terenowych. Oznaczenia powinny być wykonywane jednocześnie z pomiarami zwierciadła wody w otworach studziennych.

#### **Wytyczne typowania otworów do szczegółowych badań hydrochemicznych.**

Właściwego wyboru miejsc poboru prób wody do szczegółowych badań laboratoryjnych można dokonać dopiero po zakończeniu kartowania terenowego i szczegółowej analizie zebranych materiałów archiwalnych i danych terenowych. Ustalając lokalizację, liczbę i zagęszczenie otworów wytypowanych do opróbowania, należy brać pod uwagę:

- ❑ stan dotychczasowego rozpoznania jakości wód w sensie obszarowym i w odniesieniu do poszczególnych poziomów wodonośnych (zagęszczenie otworów);
- ❑ schemat warunków hydrogeologicznych (kierunki i prędkości przepływu wód podziemnych na podstawie mapy hydroizohips);
- ❑ wstępną ocenę podatności wód podziemnych na zanieczyszczenie (głębokość zalegania poziomu wodonośnego, rodzaj utworów powierzchniowych);
- ❑ wstępnie zidentyfikowane ogniska zanieczyszczeń (na podstawie materiałów archiwalnych i wywiadu w urzędach);
- ❑ walory użytkowe wód podziemnych (na podstawie MHP 1:50 000);
- ❑ fakt stosunkowo ograniczonego wpływu autostrady na jakość wód podziemnych, który na ogół nie przekracza kilkuset metrów;
- ❑ zidentyfikowane obiekty wymagające ochrony (czynne ujęcia, obszary głównych zbiorników wód podziemnych, ekosystemy zależne od wód podziemnych).

Kierując się wyżej wymienionymi kryteriami, punkty opróbowania wód podziemnych należy w pierwszej kolejności lokalizować w rejonach położonych w bezpośrednim sąsiedztwie pasa autostrady, w strefach ochronnych ujęć wód podziemnych, na kierunku odpływu wód I-go poziomu wodonośnego od autostrady do ekosystemów zależnych od wód podziemnych. Ogólnie stopień planowanego rozpoznania powinien się zmniejszać od najszerszego w strefach ochronnych ujęć wód podziemnych do wąskiego w obszarach pozbawionych użytkowych poziomów wodonośnych lub takich, gdzie poziomy te są praktycznie niezagrożone z powodu dobrej naturalnej izolacji. Należy jednocześnie wystrzegać się automatyzmu w podejściu do wyznaczania punktów opróbowania wód według przyjętej schematycznej waloryzacji obszarów opartej na ocenie użytkowości poziomów wodonośnych na zanieczyszczenie oraz ich podatności na zanieczyszczenie. Cechy te, chociaż najbardziej istotne, nie mogą w tym wypadku stanowić wystarczającego kryterium.

Na etapie sporządzania ogólnej dokumentacji hydrogeologicznej nie przewiduje się wykonywania specjalnych otworów badawczych do pobrania prób wody, ponieważ wymagałoby to wcześniejszego opracowania i zatwierdzenia projektu prac geologicznych. Jeśli otwory takie byłyby konieczne i uzasadnione, należy je wykonać na etapie szczegółowego dokumentowania odcinków problemowych.

**Zasady pobierania prób.** Opróbowanie wód podziemnych na potrzeby sporządzenia dokumentacji warunków hydrogeologicznych rejonów planowanych lokalizacji inwestycji drogowych jest opróbowaniem jednokrotnym i nie musi być prowadzone dokładnie według zasad stosowanych przy monitoringu wód podziemnych. Wymagane jest jednak, aby przy poborze próbek, ich konserwacji i transporcie kierować się ogólnymi zasadami zalecanymi przez PIOŚ [Staniewicz-Dubois, 1995]. W szczególności należy przestrzegać o następujących zaleceniach:

- ❑ generalną zasadą w badaniach jakości wód podziemnych powinno być oznaczenie rozpuszczonych form badanych składników, w związku z tym niezbędne jest przefiltrowanie próbki wody bezpośrednio przy jej poborze przez filtr membranowy 0,45  $\mu\text{m}$ ;
- ❑ przed pobraniem próby należy odpompować stagnującą wodę w otworze; zaleca się odpompowanie przynajmniej 3-krotnej objętości otworu;
- ❑ w trakcie poboru prób należy oznaczyć przynajmniej temperaturę, pH i przewodność elektryczną właściwą pobieranej wody;
- ❑ po utrwaleniu (w terenie) próbki należy w jak najkrótszym czasie dostarczyć do laboratorium (maksimum w ciągu 48 godzin);
- ❑ każdorazowo, rodzaj pojemników, sposób utrwalania, przechowywania i transportu próbek należy uzgadniać z laboratorium wykonującym oznaczenia.

Szczegółowe zasady dotyczące procesu opróbowania wód podziemnych można znaleźć w literaturze [Witczak, Adamczyk, 1994].

#### 4.3.2.3. Prace laboratoryjne

Koszty prac laboratoryjnych na ogół będą stanowiły znaczącą pozycję w ogólnym koszcie opracowania dokumentacji warunków hydrogeologicznych wykonywanej w związku z projektowaniem inwestycji drogowych. Stąd też ważne jest, aby środki finansowe przeznaczone na badania pozwalały uzyskać informacje wiarygodne i istotne do osiągnięcia celów stawianych przed dokumentacją. Prace laboratoryjne wykonywane na potrzeby opracowania ogólnej dokumentacji hydrogeologicznej obejmują tylko analizy wód fizykochemiczne, a czasem także izotopowe.

**Analizy fizykochemiczne wód.** Projektując zakres analiz fizykochemicznych należy pamiętać o specyfice oddziaływania obiektów drogowych na jakość wód podziemnych oraz o celach badań (wymienionych wyżej), nie zapominając jednocześnie o ich aspekcie ekonomicznym. Zasadniczym celem projektowanego rozpoznania jest ocena stopnia antropogenicznych zmian jakości wód podziemnych



i ustalenie ich charakterystyki fizykochemicznej, zwłaszcza w zakresie tych parametrów, które mogą być traktowane jako typowe wskaźniki zanieczyszczeń drogowych. Należy dążyć do minimalizowania kosztów jednostkowych analiz na rzecz zwiększenia ich liczby. W szczególności nie należy projektować wykonania pełnego zakresu oznaczeń wymienionych w załączniku 3 do rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 11 lutego 2004 r.,<sup>4</sup> ponieważ na tym etapie badań jest to niepotrzebne i nieuzasadnione. Należy również pamiętać, że rozporządzenie to odnosi się głównie do prowadzenia monitoringu wód podziemnych w celu kształtowania strategii i ochrony zasobów wodnych w wydzielonych regionach.

Najbardziej charakterystycznymi wskaźnikami zanieczyszczeń drogowych wód podziemnych są: ChZT,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ , metale ciężkie (głównie Pb, Cd, Zn, Cr) i substancje ropopochodne [Górski, Liszkowska, 1998]. Mając to na uwadze, zakres oznaczeń można znacznie ograniczyć, rezygnując z oznaczania wskaźników tych zanieczyszczeń, których pojawienie się w wodach podziemnych nie może być wiązane z oddziaływaniem dróg. Zakres ten powinien być również zróżnicowany w zależności od miejsca poboru próby wody. Ogólnie do celów projektowania badań, ustala się standardowo następujący zakres laboratoryjnych oznaczeń wskaźników jakości wód podziemnych:

□ zakres podstawowy:

- wskaźniki fizyczne: przewodność elektryczna, odczyn pH, zapach,
- wskaźniki nieorganiczne: chlorki, siarczany, wodorowęglany, sól, potas, magnez, wapń, azotany; fosfor ogólny,
- wskaźniki organiczne: TOC (OWO),

□ zakres rozszerzony:

- wszystkie wyżej wymienione wskaźniki i dodatkowo:
  - wskaźniki fizyczne: ChZT ( $\text{KMnO}_4$ );
  - wskaźniki nieorganiczne: amoniak, azotyny, fluorki, żelazo, mangan,
  - mikroelementy: ołów, kadm, cynk, chrom, kadm, kobalt, bor,
  - wskaźniki organiczne: suma węglowodorów ropopochodnych (ang. TPH – total product hydrocarbon), WWA (wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne), BTEX (lotne węglowodory aromatyczne) oraz fenole (jako indeks fenolowy).

Zakres podstawowy powinien być wykonany w każdym wypadku, zakres rozszerzony natomiast powinien być dostosowany do specyfiki miejsca poboru próby, w tym zwłaszcza do sposobu użytkowania terenu, głębokości występowania i izolacji opróbowanego poziomu wodonośnego, odległości i usytuowania otworu względem projektowanej drogi, jego lokalizacji względem ujęć zbiorowego za-

---

<sup>4</sup> Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 11 lutego 2004 r. w sprawie określenia klasyfikacji dla prezentowania stanu wód powierzchniowych, wód podziemnych, sposobu prowadzenia monitoringu oraz sposobu interpretacji wyników i prezentacji stanu tych wód (Dz U z 2004 r., nr 32, poz. 284).

opatrzenia ludności w wodę i inne. Proponując zwłaszcza wykonywanie kosztownych oznaczeń mikroelementów i wskaźników organicznych należy zadać sobie pytanie czy w danym wypadku ma to sens. Oznaczenia te należy wykonywać tam, gdzie możliwe lub spodziewane jest wystąpienie takich specyficznych zanieczyszczeń (np. w pobliżu ruchliwych tras komunikacyjnych, miejsc magazynowania i dystrybucji paliw itp.). Nie należy również automatycznie przyjmować podstawowego lub rozszerzonego zakresu oznaczeń w zależności od przyjętej waloryzacji obszarów występowania wód podziemnych. W odniesieniu do każdej pobranej próby należy postępować indywidualnie, analizując cały zestaw kryteriów wymienionych powyżej. Nie należy projektować badań bakteriologicznych pobranych prób wody jako nieistotnych do osiągnięcia zakładanych celów badawczych i niepotrzebnie podrażających koszty prac dokumentacyjnych.

**Analizy izotopowe wód.** Metody ustalania wieku wód na podstawie analizy zawartości w nich niektórych izotopów (głównie trytu) są uznaną metodą badawczą wykorzystywaną w ocenach podatności wód podziemnych na zanieczyszczenie. Ich przydatność do oceny zagrożenia poziomów wodonośnych w podłożu trasy autostrady jest jednak niewielka, ponieważ obliczonego wieku wód nie można utożsamiać z czasem przesączania w miejscu wykonywania badań. Należy również zaznaczyć, że w ocenach podatności mniej istotne jest ustalenie bezwzględnego czasu przesączania wód (co na ogół jest bardzo trudne i kosztowne w skali regionalnej), a bardziej istotne rozpoznanie przestrzennego zróżnicowania naturalnych warunków ochrony, do czego szczegółowe ustalanie wieku wód nie jest potrzebne. Ze względu na cel dokumentacji izotopowe badania wieku wód podziemnych w podłożu autostrady powinny być projektowane jedynie wyjątkowo i w każdym wypadku powinno być szczegółowo uzasadniony.

**Metodyka badań laboratoryjnych.** Przepisy Unii Europejskiej dotyczące analityki próbek środowiskowych dążą do ujednoczenia metod analiz laboratoryjnych tak, aby zapewnić możliwie najwyższą wiarygodność uzyskiwanych wyników badań oraz ich porównywalność w całej Europie (art. 8.3 Ramowej dyrektywy wodnej). Zakłada się, że wszystkie laboratoria prowadzące badania dla celów monitoringowych powinny mieć wprowadzone wewnętrzne programy zapewnienia i kontroli jakości (EN ISO 17025) oraz powinny regularnie uczestniczyć w programach testów zewnętrznych. Do wymagań tych nawiązuje rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 11 lutego 2004 r. (Dz U z 2004 r., nr 32, poz. 284), gdzie w załączniku 4 zestawiono referencyjne metody badań poszczególnych wskaźników jakości wód powierzchniowych i podziemnych oraz warunki zapewnienia jakości danych. Aby spełnić wymagania wymienionych aktów prawnych hydrogeolog, dokumentator odpowiedzialny za prawidłowe opracowanie dokumentacji hydrogeologicznej, powinien dopilnować i wymagać, aby prace laboratoryjne były wykonywane przez certyfikowane laboratoria i zgodnie z obowiązującą metodyką.

### 4.3.3. ZAWARTOŚĆ I FORMA DOKUMENTACJI

#### 4.3.3.1. Spis treści

Proponowany w tym podrozdziale zakres, zawartość i forma opracowania ogólnej dokumentacji warunków hydrogeologicznych uwzględnia jej specyfikę oraz formalne wymagania zawarte w rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 3 października 2005 r. w sprawie szczegółowych wymagań, jakim powinny odpowiadać dokumentacje hydrogeologiczne i geologiczno-inżynierskie (patrz podrozdział 4.2).

### SPIS TREŚCI

1. WSTĘP
2. OPIS PRAC I BADAŃ WYKONANYCH NA POTRZEBY DOKUMENTACJI
3. CHARAKTERYSTYKA WYKORZYSTANYCH MATERIAŁÓW ARCHIWALNYCH
4. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA PLANOWANEJ INWESTYCJI DROGOWEJ
5. CHARAKTERYSTYKA OBSZARU BADAŃ
  - 5.1. Charakterystyka fizjograficzna
  - 5.2. Opis budowy geologicznej i warunków hydrogeologicznych
  - 5.3. Ocena naturalnej podatności wód podziemnych na zanieczyszczenie
  - 5.4. Jakość wód podziemnych
6. OCENA ZAGROŻENIA ŚRODOWISKA GRUNTOWO-WODNEGO W REJONIE PLANOWANEJ INWESTYCJI DROGOWEJ
  - 6.1. Zagrożenia związane ze sposobem użytkowania terenu
  - 6.2. Zagrożenia związane z oddziaływaniem planowanej inwestycji drogowej
  - 6.3. Ocena możliwości wykonania inwestycji z punktu widzenia potrzeb ochrony środowiska gruntowo-wodnego
7. ZALECENIA OCHRONNE DOTYCZĄCE Z ETAPU BUDOWY I EKSPLOATACJI PLANOWANEJ INWESTYCJI DROGOWEJ
  - 7.1. Ogólne wskazania i zalecenia działań ochronnych
  - 7.2. Wytyczne organizacji i prowadzenia monitoringu wód podziemnych
8. MIEJSCA I ODCINKI PROBLEMOWE WYTYPOWANE DO SZCZEGÓŁOWEGO UDOKUMENTOWANIA
9. PODSUMOWANIE I WNIOSKI
10. SPIS WYKORZYSTANEJ LITERATURY I MATERIAŁÓW ARCHIWALNYCH

### ZAŁĄCZNIKI

- Załącznik 1.** Mapa dokumentacyjna rejonu projektowanej .....  
(nazwa inwestycji drogowej), skala 1:25 000
- Załącznik 2.** Mapa warunków hydrogeologicznych rejonu projektowanej .....  
(nazwa inwestycji drogowej), skala 1:25 000
- Załącznik 3.** Mapa jakości i zagrożenia wód podziemnych w rejonie projektowanej .....  
(nazwa inwestycji drogowej), skala 1:25 000
- Załącznik 4.** Przekroje hydrogeologiczne

Przedstawiona propozycja spisu treści ogólnej dokumentacji hydrogeologicznej nie ma charakteru obligatoryjnego. Pewna swoboda w układzie treści jest oczywiście dopuszczalna pod warunkiem, że zakres spraw przedstawianych w dokumentacji nie zostanie zmniejszony.

#### 4.3.3.2. Zakres i sposób prezentacji treści dokumentacji

**Wstęp.** We wstępie należy zamieścić jedynie najważniejsze informacje ogólne zawierające m.in.:

- ogólne informacje dotyczące zlecenia i zleceniodawcy;
- podstawę formalną opracowania (wydane decyzje administracyjne, przepisy prawa);
- określenie celu i zakresu dokumentacji;
- ogólne określenie obszaru badań i jego lokalizacji w ujęciu administracyjnym;
- podstawowe informacje o planowanej inwestycji.

*Prezentacja graficzna* powinna obejmować mapę przeglądową lokalizacji obszaru badań w skali 1:100 000 lub mniejszej w zależności od długości dokumentowanego obszaru, wykonana na kolorowym podkładzie topograficznym. Należy na niej zaznaczyć co najmniej trasę projektowanej drogi, obszar badań i granice administracyjne.

**Opis prac i badań wykonywanych na potrzeby dokumentacji.** W tej części dokumentacji należy opisać krótko zakres i metodykę wykonanych prac, tj.:

- zbieranie materiałów archiwalnych,
- kartowanie terenowe (hydrogeologiczne i sozologiczne),
- kartowanie hydrochemiczne i pobieranie próbek wód podziemnych,
- analizy laboratoryjne pobranych wód,
- analizy warunków hydrogeologicznych, migracji zanieczyszczeń i zagrożenia wód podziemnych.

*Prezentacja graficzna* powinna obejmować mapę dokumentacyjną w skali nie mniejszej niż 1:25 000 z zaznaczonym obszarem oraz punktami dokumentacyjnymi.

**Charakterystyka wykorzystanych materiałów archiwalnych.** W tej części dokumentacji należy wymienić najważniejsze materiały archiwalne zebrane i wykorzystane w dokumentacji oraz poddać je krytycznej ocenie pod kątem kompletności i wiarygodności danych oraz przydatności ocen i wniosków w nich zawartych dla opracowania dokumentacji hydrogeologicznej. Wskazać należy materiały i opracowania o kluczowym znaczeniu dla realizacji zadania zwłaszcza te, które zostały wykonane w związku z planowaną inwestycją drogową.

**Ogólna charakterystyka planowanej inwestycji drogowej.** W rozdziale tym, w takim zakresie, jaki jest możliwy, należy przedstawić m.in. następujące informacje:

- dane ogólne (nazwa, lokalizacja, rodzaj i rozmiary inwestycji, inwestor, faza realizacji i inne);

- ❑ szczegółowa lokalizacja wariantów projektowanej trasy drogowej i towarzyszących jej obiektów (miejsca obsługi podróżnych, wiadukty, przepusty, węzły komunikacyjne i inne);
- ❑ planowane rozwiązania techniczne i technologiczne, w tym służące ochronie środowiska gruntowo-wodnego (uszczelnienia, drenaże opaskowe, stawy infiltracyjne, oczyszczanie wód opadowych i roztopowych, inne);
- ❑ stopień planowanych przekształceń środowiska gruntowo-wodnego (odwodnienia, drenaż, głębokość wykopów, itp.);

*Prezentacja graficzna* powinna obejmować warianty lokalizacji planowanej trasy i obiektów towarzyszących, które należy przedstawić na mapie dokumentacyjnej w skali nie mniejszej niż 1:25 000. Planowane rozwiązania techniczne zabezpieczające środowisko gruntowo-wodne przed zanieczyszczeniem należy przedstawić w tekście w formie ideowych schematów, rysunków i fotografii.

**Charakterystyka obszaru badań.** W tej części należy zamieścić: charakterystykę fizjograficzną obszaru projektowanych badań, opis budowy geologicznej i warunków hydrogeologicznych, ocenę naturalnej podatności wód podziemnych na zanieczyszczenie oraz jakość wód podziemnych.

**Charakterystyka fizjograficzna.** W rozdziale tym należy przedstawić w sposób maksymalnie skrócony najważniejsze informacje fizjograficzne charakteryzujące w sposób ogólny obszar projektowanych badań, którego osią i centralnym punktem jest trasa projektowanej drogi. Charakterystyka ta powinna obejmować następujące elementy:

- ❑ położenie i granice administracyjne, należy podać krańcowe współrzędne geograficzne oraz granice i siedziby jednostek administracyjnych; w opisie odnieść się do jednostek geograficznych według aktualnej regionalizacji J. Kondrackiego [Atlas Rzeczypospolitej Polskiej, 1997];
- ❑ morfologię i hydrografię, należy krótko opisać morfologię terenu i sieć rzeczną w kontekście możliwego przemieszczania się zanieczyszczeń z rejonu projektowanej drogi, zaznaczyć wododziały i jednostki hydrograficzne według aktualnego podziału IMiGW;
- ❑ walory przyrodnicze i obszary chronione, oprócz charakterystyki ogólnej należy tu opisać i przedstawić na mapie obszary ochrony środowiska przyrodniczego (zwłaszcza środowisk wodnych) oraz obszary ochronne ustanowione na mocy ustawy – Prawo wodne, tj.: obszary ochronne Głównych Zbiorników Wód Podziemnych oraz strefy ochronne ujęć wód podziemnych i powierzchniowych; w wypadku tych drugich, jeśli obejmują one obszar projektowanych badań, należy podać dane aktów je ustanawiających (numer, data wydania, instytucja ustanawiająca) oraz skomentować zawarte w nich zakazy, nakazy i ograniczenia w użytkowaniu terenu; należy sprawdzić jak w decyzjach tych został potraktowany problem lokalizacji planowanej drogi i jakie zawarto w nich zalecenia ochronne;
- ❑ użytkowanie terenu, należy tu jedynie krótko skomentować charakter użytkowania terenu w kontekście jego oddziaływania na stan wód podziemnych

i powierzchniowych, wydzielając m.in. lasy, obszary zurbanizowane, strefy przemysłowe, obszary intensywnie użytkowane rolniczo, trasy komunikacyjne o dużym natężeniu ruchu, obszary górnicze, obszary zamknięte (np. PKP, wojskowe) i inne w zależności od potrzeb;

- gospodarkę wodno-ściekową, należy krótko przedstawić charakter i sposób gospodarowania wodami powierzchniowymi i podziemnymi oraz sposób postępowania ze ściekami na obszarze przylegającym do planowanej trasy drogowej (obszar badań) oraz scharakteryzować sposób i problemy zaopatrzenia ludności w wodę do picia (zaopatrzenie zbiorowe czy indywidualne, źródła zaopatrzenia, zmiany antropogeniczne stanu wód).

*Prezentacja graficzna* powinna obejmować elementy charakterystyki fizjograficznej, które można przedstawić w formie kartograficznej. Należy je umieścić na mapie dokumentacyjnej w skali 1:25 000 (np. granice administracyjne, obszary ochronne, czynne ujęcia wody). W tekście zaleca się zamieszczenie map poglądowych w mniejszych skalach, prezentujących wymienione elementy (wg uznania dokumentatora).

**Opis budowy geologicznej i warunków hydrogeologicznych.** Rozdział ten należy opracować opierając się na wnikliwej i maksymalnie szerokiej analizie zebranych materiałów archiwalnych, wymieniając najważniejsze z nich i krótko charakteryzując braki oraz niepewność aktualnego rozpoznania. Opis budowy geologicznej i warunków hydrogeologicznych powinien być przedstawiony w sposób możliwie skondensowany i dostosowany do charakteru i celu zadania. Szczególną uwagę należy zwrócić na te warstwy, które decydują o naturalnej odporności wód podziemnych na zanieczyszczenie oraz o sposobie przemieszczania się ewentualnych zanieczyszczeń w rejonie planowanej drogi. Należy wziąć pod uwagę, że charakterystyką obejmujemy tylko przestrzeń możliwego jej oddziaływania, która na ogół jest dość ograniczona zarówno w sensie obszarowym, jak i głębokościowym. Ponieważ głównym celem prac dokumentacyjnych jest rozpoznanie zagrożeń stanu wód podziemnych na etapie budowy i eksploatacji drogi, opis geologii i warunków hydrogeologicznych można ograniczyć tylko do elementów istotnych ze względu na ocenę tego zagrożenia. Opis ten powinien zawierać następujące elementy:

- charakterystykę budowy geologicznej – opis stratygrafii, litologii, miąższości i własności fizyczno-mechanicznych poszczególnych warstw geologicznych ze zwróceniem szczególnej uwagi na charakterystykę litologiczno-geologiczną utworów powierzchniowych;
- charakterystykę warunków hydrogeologicznych, w której należy przedstawić następujące zagadnienia:
  - ogólną charakterystykę parametrów hydrogeologicznych poszczególnych poziomów wodonośnych;
  - rejonizację hydrogeologiczną według Mapy hydrogeologicznej Polski 1:50 000 z podaniem ogólnej charakterystyki wydzielonych rejonów (jakość wód,

stopień zagrożenia, waloryzacja poziomu, znaczenie ze względu na zaopatrzenie ludności w wodę itp.);

- ocenę znaczenia poszczególnych poziomów ze względu na zaopatrzenie ludności w wodę;
- głębokość do I-go poziomu wodonośnego;
- przepuszczalność utworów przypowierzchniowych;
- kontakty hydrauliczne z wodami powierzchniowymi;
- kontakty i przepływy wód pomiędzy poziomami;
- kierunki przepływu wód podziemnych (mapy hydroizohips);
- wielkości sezonowych wahań zwierciadła wód podziemnych.

Szczególną uwagę należy zwrócić na charakterystykę I-go poziomu wodonośnego jako najbardziej narażonego na zanieczyszczenie z powierzchni terenu. Należy również krótko scharakteryzować występujące na obszarze badań główne użytkowe poziomy wodonośne (GUPW) oraz poziom wodonośny głównego zbiornika wód podziemnych (GZWP).

*Prezentacja graficzna* powinna obejmować:

- mapa warunków hydrogeologicznych rejonu badań w skali nie mniejszej niż 1:25 000;
- przekroje hydrogeologiczne (wzdłuż osi autostrady i poprzeczne w istotnych miejscach);
- mapki poglądowe w tekście, prezentujące wymienione zagadnienia (wg uznania i inwencji dokumentatora).

### ***Ocena naturalnej podatności wód podziemnych na zanieczyszczenie.***

W rozdziale tym należy opisać i scharakteryzować:

- zastosowany sposób podejścia i metodykę wykonania oceny,
- rodzaj utworów powierzchniowych,
- miąższość i litologię strefy aeracji,
- miąższość i rodzaj osadów izolujących w nadkładzie analizowanego poziomu wodonośnego,
- głębokość występowania i wahania I-go zwierciadła wód podziemnych,
- głębokość do stropu poziomów wodonośnych, których podatność na zanieczyszczenie będzie przedmiotem wykonanej oceny,
- różnice naporów hydraulicznych pomiędzy analizowanymi poziomami wodonośnymi,
- ocenę naturalnej podatności (lub odporności) na zanieczyszczenie wód podziemnych I-go poziomu i głównego poziomu użytkowego (w tym głównego zbiornika wód podziemnych).

Powyższa charakterystyka powinna być wykonana maksymalnie szczegółowo dla trasy planowanej lokalizacji drogi (wszystkich rozważanych wariantów) i oddzielnie, w sposób bardziej ogólny, dla pozostałego dokumentowanego obszaru badań. Ocena naturalnej podatności wód podziemnych na zanieczyszczenie poza

miejszem planowanej lokalizacji drogi może być istotna przy ustalaniu przyczyn stwierdzonego zanieczyszczenia wód lub przy ewentualnej zmianie lokalizacji drogi. Jeśli na obszarze badań zostały już wcześniej wykonane oceny podatności wód podziemnych na zanieczyszczenie (np. przy wyznaczaniu stref ochronnych ujęć wód lub obszarów ochronnych głównych zbiorników wód podziemnych), w dokumentacji należy je przedstawić i wyrazić opinię, czy mogą być one przyjęte do analizy zagrożenia stwarzanego przez planowaną inwestycję drogową, czy też należy je uzupełnić, poprawić lub odrzucić.

*Prezentacja graficzna* powinna obejmować wyniki analizy przedstawione w następujący sposób:

- dla miejsca lokalizacji trasy drogowej na przekroju hydrogeologicznym biegnącym wzdłuż linii planowanej drogi (jej wariantów);
- dla pozostałego obszaru badań sąsiadującego z trasą planowanej drogi – na mapie jakości i zagrożenia wód podziemnych w skali nie mniejszej niż 1:25 000.

***Jakość wód podziemnych.*** Jest to drugi ważny element analizy uwarunkowań hydrogeologicznych lokalizacji inwestycji drogowej, który powinien być maksymalnie szczegółowo rozpoznany i udokumentowany na etapie przed rozpoczęciem jej budowy. Ustalenie „stanu zerowego” jakości wód, którego nie można wiązać jeszcze z oddziaływaniem projektowanej drogi, chroni jej właściciela przed nieuzasadnionymi roszczeniami z tytułu ich zanieczyszczenia, jakie mogą pojawić się w przyszłości. Może być również przydatne w projektowaniu monitoringu wód podziemnych w rejonie możliwego oddziaływania drogi. Charakterystyka jakości wód oparta na zebranych danych archiwalnych oraz na wynikach własnych badań laboratoryjnych wykonanych w ramach opracowywanej dokumentacji warunków hydrogeologicznych powinna zawierać:

- ogólną charakterystykę parametrów fizykochemicznych wód podziemnych poszczególnych, analizowanych poziomów wodonośnych (podać źródło informacji);
- klasyfikację jakościową analizowanych wód (podać jaką klasyfikację zastosowano);
- opis miejsc stwierdzonego zanieczyszczenia wód podziemnych (podać zidentyfikowane wskaźniki zanieczyszczenia);
- analizę tła hydrochemicznego analizowanych poziomów, jeśli zebrane dane na to pozwalają;
- informacje na temat monitoringu jakościowego wód podziemnych (lokalizacja otworów, prowadzący monitoring, okres badań, aktualny stan);
- przestrzenną charakterystykę jakości wód na podstawie Mapy hydrogeologicznej Polski w skali 1:50 000;
- ocenę trendów zmian jakości wód podziemnych i ich przyczyn (źródło informacji).

Wyniki analiz wykorzystanych do ustalenia „stanu zerowego” jakości wód podziemnych w rejonie badań należy zestawić w formie tabeli dołączonej do tekstu.



*Prezentacja graficzna* powinna obejmować aktualną jakość wód rozpoznaną w ramach dokumentacji, którą należy przedstawić punktowo na mapie jakości i zagrożenia wód podziemnych w skali nie mniejszej niż 1:25 000.

Jakość wód według Mapy hydrogeologicznej Polski w skali 1:50 000 lub innych opracowań regionalnych można przedstawić na mapach poglądowych w tekście.

**Ocena zagrożenia środowiska gruntowo-wodnego w rejonie planowanej inwestycji drogowej.** W tej części dokumentacji należy przedstawić ocenę zagrożeń związanych ze sposobem użytkowania terenu oraz zagrożeń związanych z oddziaływaniem planowanej inwestycji drogowej.

**Zagrożenia związane ze sposobem użytkowania terenu.** Rozdział ten powinien zawierać:

- charakterystykę istniejących i potencjalnych ognisk zanieczyszczeń punktowych, liniowych i obszarowych zidentyfikowanych w terenie w trakcie kartowania sozologicznego;
- ocenę ich możliwego wpływu na jakość wód podziemnych;
- zestawienie tabelaryczne ognisk zanieczyszczeń wraz z oceną ich możliwych oddziaływań na środowisko gruntowo-wodne.

*Prezentacja graficzna* powinna obejmować lokalizację ognisk zanieczyszczeń, którą należy przedstawić na mapie jakości i zagrożenia wód podziemnych w skali nie mniejszej niż 1:25 000.

**Zagrożenia związane z oddziaływaniem planowanej inwestycji drogowej.** Opierając się na ogólnym rozpoznaniu warunków hydrogeologicznych (w tym podatności wód podziemnych na zanieczyszczenie) oraz charakteru oddziaływań inwestycji drogowych na środowisko gruntowo-wodne, w rozdziale tym należy, dla każdego rozważanego wariantu lokalizacji planowanej drogi szczegółowo przedstawić rodzaj, charakter i stopień zagrożenia gruntów i wód podziemnych na etapie budowy i eksploatacji planowanej drogi oraz w razie awarii. W szczególności należy opisać:

- sposób rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń z rejonu lokalizacji planowanej drogi (kierunek, prędkość) oraz czas i zasięg ich rozptywu w sytuacji zdarzeń awaryjnych;
- punkty i odcinki projektowanej drogi stwarzające szczególne zagrożenie dla środowiska ze względu na swoją funkcję (miejsca obsługi podróżnych, obwoły utrzymania autostrady, węzły komunikacyjne i inne);
- odcinki szczególnie narażone na zanieczyszczenie wód podziemnych ze względu na wysoką podatność wód podziemnych na zanieczyszczenie;
- odcinki cieków powierzchniowych przecinające trasę projektowanej drogi, stale lub okresowo infiltrujące do wód podziemnych;
- zagrożenia ujęć wód podziemnych, w tym zwłaszcza ujęć zbiorowego zaopatrzenia ludności w wodę do picia (ocena możliwych zmian jakości i stanu zwierciadła wód podziemnych);

- ❑ zagrożenia wód podziemnych poziomów użytkowych, w tym zwłaszcza głównych zbiorników wód podziemnych (GZWP);
- ❑ zagrożenia dla ekosystemów zależnych od wód podziemnych, w szczególności tych zaliczonych do europejskiej sieci obszarów chronionych NATURA 2000;
- ❑ ograniczenia możliwości zagospodarowania wód podziemnych (duży obszar jest wyłączony z użytkowania, ograniczone możliwości ochrony ujęć).

*Prezentacja graficzna* powinna obejmować elementy analizy zagrożenia, które należy przedstawić na mapie jakości i zagrożenia wód podziemnych w skali 1:25 000

**Ocena możliwości wykonania inwestycji z punktu widzenia potrzeb ochrony środowiska gruntowo-wodnego.** W rozdziale tym, opierając się na analizie warunków hydrogeologicznych oraz analizie zagrożeń, należy dokonać oceny porównawczej proponowanych wariantów lokalizacji planowanej inwestycji drogowej i jej obiektów towarzyszących (węzły komunikacyjne, miejsca obsługi podróźnych, obwody utrzymania autostrady, wiadukty, przepusty). Wskazanie rejonów najbardziej podatnych na zanieczyszczenie oraz miejsc o szczególnych wymaganiach ochronnych, pozwoli optymalnie zaprojektować system zabezpieczeń technicznych oraz ewentualnie otworów monitoringowych do kontrolowania stanu wód podziemnych w miejscach newralgicznych. Ocena niektórych z tych miejsc lub odcinków może wymagać wykonania dodatkowych badań do szczegółowego udokumentowania warunków hydrogeologicznych.

**Zalecenia ochronne dotyczące etapu budowy i eksploatacji planowanej inwestycji.** W rozdziale tym należy zamieścić ogólne wskazania i zalecenia dotyczące działań ochronnych oraz wytyczne organizacji i prowadzenia monitoringu wód podziemnych.

**Ogólne wskazania i zalecenia działań ochronnych.** Rolą hydrogeologa sporządzającego dokumentację warunków hydrogeologicznych nie jest proponowanie szczegółowych rozwiązań technicznych zabezpieczających wody podziemne przed dopływem zanieczyszczeń od strony obiektów drogowych, ponieważ jest to zadanie wchodzące w zakres projektowania budowlanego. W dokumentacji hydrogeologicznej mogą i powinny być natomiast zawarte ogólne uwagi i sugestie dotyczące działań niezbędnych do wyeliminowania lub ograniczenia zagrożeń na etapie budowy, a następnie eksploatacji planowanej drogi. Wskazanie miejsc najbardziej podatnych na zanieczyszczenie wraz z identyfikacją obiektów, które powinny być poddane szczególnej ochronie (ujęcia wody, ekosystemy wodne), umożliwi projektantom dobranie właściwych rozwiązań technicznych. Oczywiście, wskazane jest, aby hydrogeolog analizujący uwarunkowania hydrogeologiczne lokalizacji dróg krajowych i autostrad, orientował się w metodach i rozwiązaniach technicznych stosowanych do zabezpieczenia środowiska gruntowo-wodnego przed zanieczyszczeniem. W celu ułatwienia mu tego zadania podstawowe informacje na ten temat zostały przedstawione w rozdziale 3.

**Wytyczne organizacji i prowadzenia monitoringu wód podziemnych.** Należy tu wskazać miejsca szczególnie podatne na zanieczyszczenie wód podziemnych oraz obiekty ochrony, które ewentualnie mogłyby być objęte monitoringiem. Bez podawania szczegółowych propozycji i zasad prowadzenia monitoringu, powinny być podane pewne sugestie co do lokalizacji i głębokości otworów obserwacyjnych oraz zakresu i harmonogramu prowadzenia badań. Proponowany zakres oznaczeń powinien być ograniczony do niezbędnego minimum i do tych wskaźników, które realnie mogą być związane z eksploatacją autostrady. Więcej szczegółów na temat zasad prowadzenia monitoringu jakości wód podziemnych przy obiektach drogowych znaleźć można w podrozdziale 4.3.4.4.

*Prezentacja graficzna* powinna obejmować miejsca wytypowane do monitorowania wód podziemnych. Należy je zaznaczyć na mapie dokumentacyjnej oraz mapie jakości i zagrożeń wód podziemnych w skali 1:25 000

**Miejsca i odcinki problemowe wytypowane do szczegółowego udokumentowania.** W rozdziale tym należy przedstawić:

- powody, dla których wytypowano odcinki i/lub miejsca problemowe,
- charakterystykę wytypowanych miejsc i odcinków,
- ogólną koncepcję i cele koniecznych badań uzupełniających.

Zasady i kryteria ustalania odcinków problemowych, wymagających dodatkowego rozpoznania hydrogeologicznego zostały przedstawione w podrozdziale 4.3.4.5.

*Prezentacja graficzna* powinna obejmować miejsca i odcinki problemowe, które należy zaznaczyć na mapie dokumentacyjnej 1:25 000.

**Podsumowanie i wnioski.** Ustalenia dokumentacji hydrogeologicznej mają być wykorzystane do sporządzenia raportu o oddziaływaniu planowanej inwestycji drogowej na środowisko, a sama dokumentacja ma stanowić ważny jego załącznik. W związku z powyższym, podsumowanie dokumentacji należy przygotować tak, aby informacje w nim zawarte mogły być przeniesione od razu do raportu bez konieczności podawania szczegółów, które są dla niego nieistotne. Podsumowanie ma stanowić rodzaj streszczenia treści dokumentacji ze szczególnym uwypukleniem spraw dotyczących potencjalnego zagrożenia środowiska gruntowowodnego ze strony planowanej inwestycji drogowej. W miarę możliwości rozdział ten należy przygotować w języku niespecjalistycznym, zrozumiałym dla przeciętnego czytelnika nie obeznanego z terminologią hydrogeologiczną.

#### **4.3.3.3. Wytyczne sporządzania głównych załączników graficznych**

W rozporządzeniu Ministra Środowiska z 3 października 2005 r. w sprawie szczegółowych wymagań, jakim powinny odpowiadać dokumentacje hydrogeologiczne i geologiczno-inżynierskie (przytoczone w podrozdziale 4.2), w ust. 4 § 12 przywołanego rozporządzenia określono w sposób ogólny co powinna zawierać część graficzna dokumentacji. Uwzględniając te wymagania oraz specyfikę

dokumentowania warunków hydrogeologicznych na potrzeby projektowania inwestycji drogowych, poniżej przedstawiono konkretne i bardziej szczegółowe propozycje i zalecenia dotyczące sposobu graficznej prezentacji zagadnień opisywanych w dokumentacji. Należy się w tym zakresie kierować następującymi zasadami ogólnymi:

- ❑ dobrze przygotowana graficzna prezentacja zagadnienia (mapa, przekrój, wykres, schemat) jest więcej warta niż tekstowa wersja jego opisu i stąd też należy zwrócić na nią szczególną uwagę, ograniczając ilość tekstu do niezbędnego minimum;
- ❑ w celu większej przejrzystości zagadnień opisywanych w tekście dokumentacji należy starać się ilustrować je na poglądowych mapkach problemowych w małych skalach zgodnie z zasadą jeden problem – jedna mapa;
- ❑ mapy zbiorcze, stanowiące główne załączniki graficzne do dokumentacji, powinny stanowić kompilację różnych map problemowych; mają one przedstawiać w skali szczegółowej lokalizację istotnych obiektów oraz analizowanych zagadnień w ich wzajemnej relacji;
- ❑ sposób prezentacji na mapach i przekrojach analizowanych zagadnień hydrogeologicznych (symbole, jednostki, nazewnictwo, zakresy parametrów itp.) powinny generalnie nawiązywać do zasad i wytycznych opracowanych dla seryjnych map wydawanych przez PIG; stosowanie pewnych, ogólnie przyjętych standardów ułatwia porównywanie wyników analiz i badań hydrogeologicznych i weryfikację ich poprawności.

Właściwe przygotowanie graficznej prezentacji elementów i problemów przedstawianych w dokumentacji hydrogeologicznej jest sprawą trudną i wymagającą doświadczenia. Chociaż można i należy starać się nawiązywać w tym zakresie do zasad wypracowanych w odniesieniu do edycji map seryjnych, nie ma potrzeby ani nawet nie można narzucać tutaj sztywnych wymagań i ograniczeń. Każde opracowanie ma swoją specyfikę i trudno poddać je standaryzacji. Poza tym dokumentacje mogą być wykonywane przez różne firmy, także zagraniczne, mające swoje doświadczenia i standardy świadczenia usług, stosujące różne narzędzia informatyczne i metodyki badań. Nie chcąc ograniczać potencjalnym wykonawcom dokumentacji swobody w podejściu do tworzenia ich graficznej prezentacji, przedstawiono tylko minimalny zakres informacji, które powinny być zawarte w załącznikach graficznych bez narzucania sposobu ich przedstawiania. Zaproponowano, aby przedstawiać je w formie trzech podstawowych map, co w większości wypadków powinno być wystarczające. Propozycja tytułów i zakresu map nie ma charakteru obligatoryjnego. Konkretnie przykłady zakresu i form opracowania map i wykresów przedstawiono w rozdziale 5 przy okazji prezentacji przykładów wykonanych opracowań.

## OGÓLNE WYTYCZNE DOTYCZĄCE FORMY I TREŚCI GŁÓWNYCH ZAŁĄCZNIKÓW GRAFICZNYCH

(wg rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 3 października 2005 r. w sprawie szczegółowych wymagań, jakim powinny odpowiadać dokumentacje hydrogeologiczne i geologiczno-inżynierskie)

**Załącznik 1. Mapa dokumentacyjna rejonu planowanej .....** (nazwa inwestycji drogowej), skala 1:25 000

Mapa przygotowana na rastrowym podkładzie topograficznym powinna zawierać następujące elementy:

- granica terenu objętego pracami dokumentacyjnymi;
- trasa projektowanej inwestycji drogowej (warianty) wraz z obiektami towarzyszącymi (wiadukty, przepusty, miejsca obsługi podróżnych, obwody utrzymania autostrady, węzły drogowe, inne);
- ujęcia wód podziemnych i inne otwory wiertnicze wykorzystane w dokumentacji;
- punkty badawcze monitoringu wód podziemnych (krajowego, regionalnego, lokalnego, osłonowego ujęć);
- linie przekrojów hydrogeologicznych załączonych do dokumentacji;
- ciek i zbiorniki wód powierzchniowych;
- granice obszarów i terenów górniczych;
- granice obszarów chronionych;
- granice głównych zbiorników wód podziemnych (GZWP) i ich obszarów ochronnych oraz granice stref ochronnych ujęć wód;

oraz dodatkowo:

- punkty hydrogeologiczne (studnie wiercone, piezometry, studnie kopane, źródła), w których wykonano pomiary zwierciadła wody i badania jej cech fizykochemicznych dla potrzeb dokumentacji;
- granice administracyjne;
- lokalizację archiwalnych badań elektrooporowych;
- lokalizację punktów archiwalnych badań fizykochemicznych, których wyniki zostały wykorzystane w dokumentacji, badań geofizycznych oraz otworów wiertniczych wykonanych dla potrzeb dokumentacji;
- rejon wzdłuż planowanej inwestycji drogowej, dla których zaleca się prowadzenie monitoringu jakości wód podziemnych;
- odcinki i miejsca problemowe wytypowane do dodatkowego rozpoznania i udokumentowania hydrogeologicznego na etapie badań szczegółowych.

**Załącznik 2. Mapa warunków hydrogeologicznych rejonu planowanej .....** (nazwa inwestycji drogowej), skala 1:25 000

Może to być przygotowana na podkładzie rastrowym lub wektorowym zawierającym najważniejsze elementy topograficzne (granice administracyjne, sieć hydrograficzną, sieć komunikacyjną), inne istotne elementy spośród wymienionych (w tym lokalizację otworów

wiertniczych, punktów pomiarów zwierciadła wody wykonanych na potrzeby dokumentacji i lokalizację odcinków problemowych) oraz dodatkowo:

- hydroizohipsy I-go poziomu wodonośnego i ewentualnie poziomów głębszych, jeśli mogą być zagrożone oddziaływaniem ze strony planowanej inwestycji;
- kierunki i prędkości przepływu wody w analizowanych poziomach wodonośnych;
- leje depresyjne wód podziemnych w obrębie analizowanych poziomów wodonośnych, wywołane eksploatacją ujęć lub odwodnieniami górniczymi;
- kontakty hydrauliczne z wodami powierzchniowymi;
- kontakty i przepływy wód pomiędzy poziomami;
- głębokość występowania I-go poziomu wodonośnego;
- zasięgi jednostek hydrogeologicznych według Mapy hydrogeologicznej Polski w skali 1:50 000.

### **Załącznik 3. Mapa jakości i zagrożenia wód podziemnych w rejonie planowanej**

..... (nazwa inwestycji drogowej), skala 1:25 000

Ze względu na bogatą treść tej mapy zaleca się jej wykonanie na dobrze czytelnym podkładzie rastrowym w odcieniach szarości, na którym należy przedstawić co najmniej następujące elementy:

- z wymienionych: granice administracyjne, sieć hydrograficzną, zasięg obszaru badań, lokalizację planowanej inwestycji wraz z obiektami towarzyszącymi, ujęcia wody wraz z ich strefami ochronnymi, granice głównych zbiorników wód podziemnych (GZWP) i ich obszarów ochronnych, wytypowane odcinki problemowe;

oraz dodatkowo:

- punkty opróbowania wód podziemnych wykonanych dla potrzeb dokumentacji;
- punkty opróbowania archiwalnych, których wyniki wykorzystano w dokumentacji;
- punkty monitoringu krajowego, regionalnego i lokalnego;
- charakterystykę punktową klas jakości wód podziemnych;
- punktowe i liniowe ogniska zanieczyszczeń w granicach dokumentowanego obszaru;
- linie prądu i prędkości przepływu wód podziemnych w analizowanych poziomach wodonośnych od miejsca lokalizacji planowanej trasy drogowej do zidentyfikowanych obiektów ochrony (ujęcia wody zbiorowego zaopatrzenia ludności, studnie prywatne, chronione cieki i zbiorniki wód powierzchniowych i inne);
- podatność naturalną (lub jej przeciwieństwo – odporność naturalną) wód podziemnych I-go poziomu wodonośnego na zanieczyszczenie, przedstawioną wzdłuż trasy planowanej inwestycji drogowej i dodatkowo na całym dokumentowanym obszarze;
- podatność naturalną (lub odporność naturalną) wód podziemnych poziomu głębszego jeśli stanowi główny użytkowy poziom wodonośny (GUPW) lub poziom głównego zbiornika wód podziemnych i jeśli może być realnie zagrożony w wyniku oddziaływania planowanej inwestycji;
- odcinki planowanej trasy drogowej mogące stwarzać szczególne zagrożenie dla stanu wód podziemnych na etapie jej budowy i eksploatacji;
- odcinki i miejsca wzdłuż planowanej trasy drogowej wymagające prowadzenia monitoringu wód podziemnych.

#### **Załącznik 4. Przekroje hydrogeologiczne**

Przekroje hydrogeologiczne jak najlepiej przedstawiać budowę geologiczną i warunki hydrogeologiczne w podłożu projektowanej trasy drogowej oraz dodatkowo, w zależności od potrzeb, wzdłuż kierunków przepływu wód od miejsca jej lokalizacji do obiektów potencjalnie zagrożonych (np. ujęcia wód podziemnych, wody powierzchniowe). Przekroje powinny być w zasadzie wykonane w skali mapy głównej (dokumentacyjnej) i do głębokości występowania analizowanych poziomów wodonośnych, mogących podlegać szkodliwym oddziaływaniom planowanej inwestycji. Ich treść powinna zawierać co najmniej następujące elementy:

- dokładnie wyrysowaną morfologię terenu odpowiadającą skali mapy;
- zaznaczone punkty kilometrażowe projektowanej trasy;
- punkty rozpoznania geologicznego wykonanego wzdłuż linii przekroju lub w bliskim jego sąsiedztwie (otwory geotechniczne, studnie, piezometry i inne otwory badawcze);
- ciągi i punkty sondowań elektrooporowych (jeśli były wykonywane);
- rodzaj utworów powierzchniowych zgodny ze szczegółową mapą geologiczną Polski 1:50 000 (SMGP);
- zaznaczona głębokość zwierciadła nawierconego i ustalonego przy otworach;
- ustalone zwierciadło wody analizowanych poziomów wodonośnych;
- kierunki przepływu i przesączania wód podziemnych z zaznaczeniem miejsc zasilenia i drenażu analizowanych poziomów wodonośnych;
- klasy podatności naturalnej (lub odporności naturalnej) na zanieczyszczenie I-go poziomu wodonośnego i ewentualnie innych głębszych poziomów jeśli są analizowane, zaznaczone wzdłuż całej linii projektowanej drogi;
- rejon szczególnego zagrożenia wód podziemnych z uwagi na wysoką podatność naturalną na zanieczyszczenie oraz obecność planowanych obiektów mogących stwarzać potencjalnie duże zagrożenie (miejsca obsługi podróźnych, obwody utrzymania autostrady, stacje paliw, węzły drogowe itp.).

#### **4.3.4. SZCZEGÓŁOWE WYTYCZNE METODYCZNE PRAC DOKUMENTACYJNYCH**

##### **4.3.4.1. Ocena naturalnej podatności wód podziemnych na zanieczyszczenie**

Ocena naturalnej podatności (lub odporności) wód podziemnych na zanieczyszczenie jest, obok rozpoznania warunków ich krążenia (kierunków i prędkości), najważniejszym elementem każdej dokumentacji określającej warunki hydrogeologiczne w związku z projektowaniem inwestycji mogących zanieczyścić wody podziemne. Im lepiej zostanie ona wykonana, tym skuteczniejsze i racjonalniejsze będą działania ochronne i zapobiegawcze, podejmowane w celu eliminacji lub ograniczenia zagrożeń. Niestety, na etapie sporządzania ogólnej dokumentacji hydrogeologicznej na ogół będziemy dysponowali zbyt małą ilością danych, aby podatność tę ocenić w sposób wystarczająco szczegółowy. Na części planowanej drogi może to nie mieć większego znaczenia, ale na niektórych odcinkach (odcinki

problemowe) konieczne będzie uzyskanie dodatkowych informacji na temat ochronnej roli nadkładu analizowanego poziomu wodonośnego. Rolą dokumentatora jest ocenić kompletność i szczegółowość dostępnych danych wyjściowych do oceny naturalnej podatności, a następnie, w zależności od potrzeb ustalić zakres i lokalizację ewentualnych, dodatkowych prac rozpoznawczych.

**Metody oceny podatności wód podziemnych na zanieczyszczenie.** Istnieje wiele metod oceny podatności wód podziemnych na zanieczyszczenie. Najogólniej można je podzielić na takie, które za podstawę przyjmują wymierne kryterium dające się wyrazić ilościowo (np. miąższość osadów izolujących, czas przesączania wody lub migracji zanieczyszczeń konserwatywnych z powierzchni terenu do warstwy wodonośnej) oraz te oparte na systemie rangowym, gdzie określonym parametrom przypisuje się określoną wagę punktową. Metody rangowe, wśród których jako najpopularniejsze na świecie można wymienić metodę DRASTIC i DIVERSITY (dla obszarów szczelinowo-krasowych), z założenia są stosowane w opracowaniach regionalnych i w odniesieniu do pierwszego od powierzchni terenu poziomu wodonośnego.

Metodyka opracowywania map podatności (ang. *vulnerability maps*) rozwijana jest na świecie od ponad 30 lat. Również w naszym kraju, mapy te coraz częściej traktowane są jako ważny a nawet niezbędny element prac planistycznych mających na celu ochronę zasobów wód podziemnych przed zanieczyszczeniem. Niestety, jak dotąd brak jest w Polsce jednolitej metodyki oceny podatności, co utrudnia porównywanie wyników analiz wykonywanych różnymi metodami. W krajowej literaturze, wyczerpujące informacje na temat metodyki wykonywania map podatności można znaleźć m.in. w pracach Witczaka [2001], Krogulec [2004] i innych.

Ocena naturalnej podatności wód podziemnych na zanieczyszczenie jest ciągle bardzo skomplikowanym metodycznie zagadnieniem, a jej wynik końcowy zawsze zawiera duży margines niepewności i subiektywizmu. W skali regionalnej można, bez specjalistycznych i szeroko zakrojonych badań, ocenę podatności wód podziemnych na zanieczyszczenie oszacować jedynie w przybliżeniu i raczej w sposób bardziej jakościowy niż ilościowy. Jeszcze bardziej skomplikowanym zagadnieniem jest ocena tzw. podatności specyficznej, uwzględniającej dodatkowo rodzaj substancji zanieczyszczającej, jej ładunek i czas oddziaływania [Krogulec, 2004].

W wypadku sporządzania dokumentacji warunków hydrogeologicznych dla rejonów lokalizacji dróg krajowych i autostrad ocena podatności powinna być wykonywana oddzielnie wzdłuż planowanej trasy (wszystkich jej wariantów) i oddzielnie dla obszaru przyległego, objętego badaniami. W sensie głębokościowym powinno się ją wykonywać oddzielnie dla I-go poziomu wodonośnego i oddzielnie dla głównego poziomu użytkowego, w tym zwłaszcza poziomu głównego zbiornika wód podziemnych (jeśli został wydzielony). Ze względu na ogólny charakter dokumentacji, ocena będzie dotyczyła jedynie podatności naturalnej.

**Ocena podatności wód podziemnych na zanieczyszczenie w podłożu planowanej drogi.** Do oceny naturalnej podatności wód podziemnych na zanieczyszczenie w podłożu planowanej drogi proponuje się stosować metodę opartą na analizie



czasu migracji zanieczyszczeń konserwatywnych, wykorzystując do tego celu naszą krajową metodykę opracowaną do wyznaczania obszarów ochronnych głównych zbiorników wód podziemnych [Kleczkowski i in., 1990]. Oczywiście, ze względu na skalę opracowania i przyjęte założenia upraszczające obliczony czas przesączania należy traktować jako orientacyjny. Szczegółowa analiza czasu przesiąkania zanieczyszczeń do warstwy wodonośnej nie jest w tym wypadku potrzebna, ponieważ służy głównie do klasyfikacji obszaru pod kątem odporności wód podziemnych na zanieczyszczenie. Może być uzasadniona jedynie lokalnie i w bardzo szczególnych wypadkach (np. blisko zlokalizowane, realnie zagrożone ujęcie wody). W takich sytuacjach bardzo pomocne mogą być specjalne terenowe badania znacznikowe, w których wykorzystuje się metodę iniekcji i detekcji sztucznych znaczników (np. jonu chlorkowego) lub też znacznie droższą i bardziej skomplikowaną metodę badania wieku wód na podstawie analizy zawartości trytu naturalnego w profilu pionowym badanych utworów, zalegających ponad zwierciadłem wód podziemnych. Więcej informacji na temat tych metod i możliwości ich stosowania do oceny stopnia zagrożenia wód podziemnych można znaleźć w pracach Burego [1994].

W proponowanej wyżej metodzie analizy czasu pionowej migracji zanieczyszczeń konserwatywnych z powierzchni terenu do warstwy wodonośnej czas ten jest liczony według ogólnie znanego schematu obliczeniowego, stosowanego do oceny stopnia potencjalnego zagrożenia wód podziemnych (rys. 7). W schemacie tym, czas migracji ( $t = t_a + t_p$ ) jest sumą czasu przesączania przez strefę aeracji ( $t_a$ ) i czasu przesiąkania przez głębszą pokrywę ochronną ( $t_p$ ). W przybliżeniu odpowiada on czasowi wymiany wody w profilu skalnym przy założeniu wypierania tłokowego.

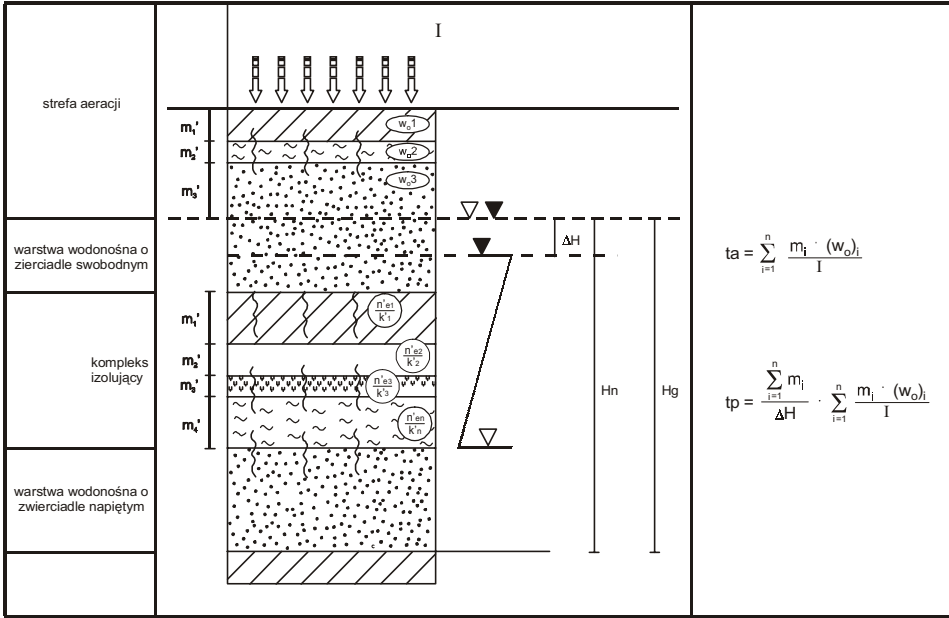
*Czas przesączania przez strefę aeracji* liczy się w tym schemacie według następującej formuły, zaproponowanej przez Witczaka i Żurek [1994]:

$$t_a = \sum_1^n \frac{m_i \cdot (w_o)_i}{I}$$

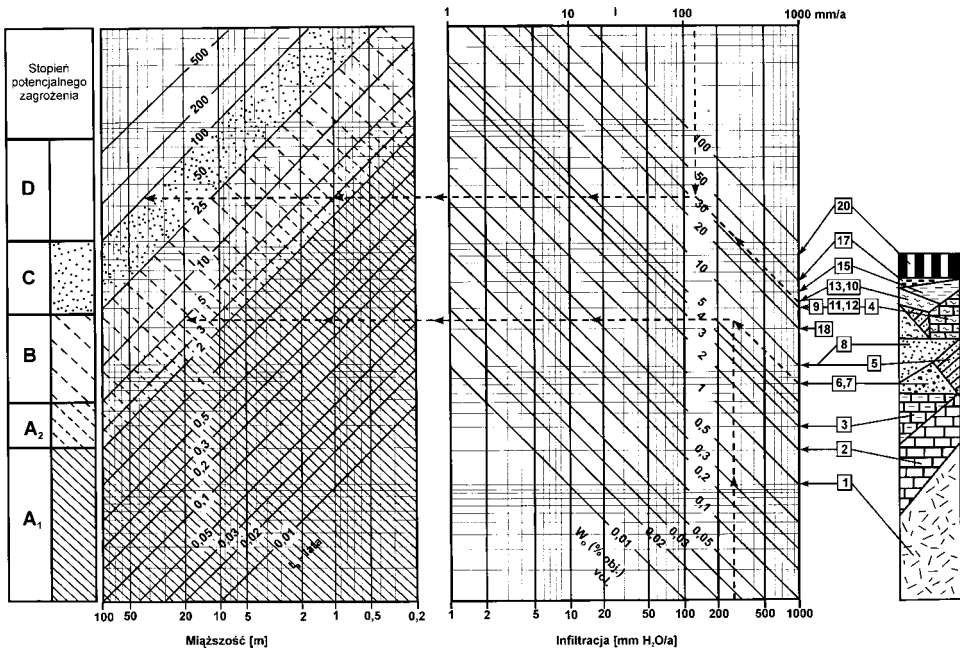
gdzie:

- $t_a$  – czas przesączania w latach (a),
- $m_i$  – miąższość kolejnych warstw strefy aeracji (m),
- $(w_o)_i$  – przeciętna wilgotność objętościowa kolejnych warstw strefy aeracji (–),
- $I$  – infiltracja efektywna w głąb profilu glebowego (wartość zależna od opadu i wskaźnika infiltracji gruntów powierzchniowych) (m/a).

W celu uproszczenia obliczeń, autorzy opracowali w odniesieniu do tej formuły prosty i łatwy w zastosowaniu nomogram (rys. 8), oparty na przeciętnych wartościach parametrów podanych w tabeli 2. Zakres zmienności wilgotności objętościowej dla poszczególnych typów skał symbolizuje graficznie rozmiar pola na profilu litologicznym. Wartości uznawane za przeciętne pokazano strzałkami.



Rys. 7. Schemat obliczeniowy do oceny czasu przesączania wody do warstwy wodonośnej z powierzchni terenu (wg Kleczkowskiego [1990], zmodyfikowany przez Macioszczyka, Rodzocha i Frączka [1995])



Rys. 8. Nomogram do przybliżonej oceny czasu migracji wód przez strefę aeracji (wg Witczaka i Żurek [1994])

**Tabela 2.** Dane podstawowe do konstrukcji nomogramu służącego do obliczenia czasu przesączania przez strefę aeracji [Witczak i Żurek, 1994]

Lp.	Rodzaj skały		Gęstość objętościowa $\delta$ [kg/m <sup>3</sup> ] (Mg/m <sup>3</sup> )	Wilgotność wagowa [% wag]	Wilgotność objętościowa $w_o = \frac{w}{100+w} \delta$	Źródło informacji
1	lite	skały lite z rzadką siecią spękań			0,1 – (0,1) – 2	3
2	lite	skały węglanowe szczelinowo-krasowe			(20)	3
3	lite	margle, opoki z dominującą makroszczelinowością			(3,0)	3
4	lite	margle, opoki z dominującą mikroszczelinowością			(25)	2
5	lite	żwirowce, piaskowce bez wyraźnej szczelinowości			(10)	2
6	luźne	rumosze nie zailone, czyste żwiry	1,75	4	6,7	1
7	luźne	utwory piaszczysto-żwirowe, pospółki, piaski średnie i grube	1,80	4 – 6	7 – 10	1
8	luźne	piaski drobne	1,60	7	10	1
9	luźne	piaski pylaste i gliniaste	2,15 – 1,80	12 – 16	23 – 25	1
10		gliny pokrywowe	2,10	18	32	1
11		gliny piaszczyste morenowe	2,20	12	24	1
12		gliny zwięzłe morenowe	2,10	14	26	1
13		lessy	1,90	20	32	1
14		less ilasty	1,90	23	36	1,4
15		iły (pliocen, miocen)	2,10	22	38	1
16		pyły i iły zastoiskowe	2,00 – 1,90	20 – 28	33 – 41	1
17		namuły, muły	2,00 – 1,30	25 – 60	40 – 49	1
18		piaski próchnicze	1,90	12	20	1
19		pyły próchnicze	2,00	21	35	1,4
20		torfy	1,10	200	75	1

Czas przesiąkania przez głębszą pokrywę ochronną autorzy proponują obliczać według ogólnie znanego wzoru dla warunków naporowych:

$$t_p = \frac{m^2 \cdot n_e}{k \cdot \Delta H}$$

Ponieważ kompleks izolujący ujmowaną warstwę wodonośną składa się często z wielu różnych przewarstwień o znacznie różniących się wartościach  $n'_e$  i  $k'$ , trudno jest przyjmować dla niego uśrednione wartości. Aby uniknąć niejednoznaczności i uwzględnić zróżnicowanie litologiczne różnych przewarstwień w nadkładzie warstwy wodonośnej, Macioszczyk [1995] zaproponował stosowanie w takich sytuacjach rozwinięcia powyższego wzoru, w postaci:

$$t_p = \frac{\sum m_i}{\Delta H} \cdot \left[ \left( \frac{m_1 \cdot n_{e1}}{k_1} \right) + \left( \frac{m_2 \cdot n_{e2}}{k_2} \right) + \dots + \left( \frac{m_n \cdot n_n}{k_n} \right) \right]$$

gdzie:

- $t_p$  – czas przesiąkania (a),
- $m'_i$  – miąższość kolejnych przewarstwień kompleksu słabo przepuszczalnego (m),
- $k'_i$  – współczynnik filtracji dla poszczególnych przewarstwień (m/a),
- $n'_{ei}$  – współczynnik porowatości efektywnej dla kolejnych przewarstwień (–),
- $Hg$  – wysokość zwierciadła wody w warstwie o warunkach swobodnych (m),
- $Hn$  – wysokość zwierciadła wody w warstwie o warunkach naporowych (m),
- $\Delta H = Hg - Hn$  – różnica wysokości hydraulicznych (m),
- $i$  – od 1 do n, numer kolejnego przewarstwienia,
- $n$  – liczba przewarstwień.

W wypadku braku informacji na temat różnicy naporów hydraulicznych w analizowanych warstwach wodonośnych można stosować przybliżoną ocenę czasu przesączania przez nadkład izolujący na podstawie sumarycznej miąższości osadów słabo przepuszczalnych ( $k < 1 \times 10^{-5}$  m/s), w sposób analogiczny jak dla obszarów głównych zbiorników wód podziemnych [Kleczkowski i in., 1990]. W przybliżeniu, w metodzie tej można przyjmować, że 1,0 m osadów słabo przepuszczalnych odpowiada czasowi przesączania 0,5 roku.

*Klasyfikacja stopnia zagrożenia wód podziemnych.* Na podstawie czasu przesączania wyliczonego zgodnie z przedstawionym schematem ustala się klasę naturalnej podatności i/lub klasę zagrożenia analizowanego poziomu wodonośnego na zanieczyszczenie z tabeli 3.

Stosując opisany schemat obliczeń należy:

- 1) poprawnie przyjmować parametry  $n_e$  i  $k$ , w razie braku danych z badań terenowych należy przyjmować wartości z literatury, zawsze podając ich źródło;
- 2) pamiętać, że obliczony czas przesączania zależy głównie od przyjętej wartości współczynnika filtracji, a w mniejszym stopniu od współczynnika porowatości efektywnej; jest to spowodowane tym, że przedział zmienności parametru  $k$  dla

- poszczególnych typów skał jest znacznie większy niż przedział zmienności parametru  $n_e$ ;
- 3) pamiętać, że właściwe określenie schematu hydrodynamicznego w pionie, decyduje o prawidłowym przyjęciu różnicy naporów hydraulicznych w porównywanych warstwach wodonośnych;
  - 4) w analizie czasu przesączania przez nadkład do ujętej warstwy wodonośnej uwzględniać wartość depresji eksploatacyjnej, odpowiednio powiększając wartość DH, jeśli trasa planowanej drogi przecina obszar leja depresyjnego ujęcia wody.

**Tabela 3.** Klasy zagrożenia i odporności wód podziemnych [Kleczkowski i in., 1990]

Średni czas migracji wody z powierzchni terenu do stropu warstwy wodonośnej w latach	Symbol klasy	Klasa zagrożenia wód podziemnych	Klasa podatności wód podziemnych na zanieczyszczenie	Klasa odporności wód podziemnych na zanieczyszczenie
> 2	A1	bardzo silnie zagrożone	bardzo wysoka	bardzo niska
2 – 5	A2	silnie zagrożone	wysoka	niska
5 – 25	B	średnio zagrożone	średnia	średnia
25 – 100	C	słabo zagrożone	niska	wysoka
> 100	D	praktycznie nie zagrożone	bardzo niska	bardzo wysoka

Przestrzeżenie tych zaleceń w sposób zasadniczy może wpływać na poprawność wykonanej oceny podatności wód podziemnych na zanieczyszczenie.

Zaproponowany wyżej sposób podejścia do oceny podatności wód podziemnych wydaje się najlepszy do analiz punktowych. Jego stosowanie jest zalecane w naszym kraju ze względu na upowszechnienie się metody. Nie wyklucza to oczywiście stosowania innych metod posiadających udokumentowany sens hydrogeologiczny. W naszym kraju, spośród takich alternatywnych metod, do oceny zagrożenia wód podziemnych wykorzystywane są czasami metoda Rehse lub metoda Bindemana.

*Metoda Rehse*, szczegółowo opisana przez Macioszczyka i in. [1993], mimo swojej prostoty i ogólnie poprawnego sensu geologicznego, nie powinna być stosowana w analizach podatności wód podziemnych na zanieczyszczenie. Może być ona traktowana jedynie jako metoda wskaźnikowa do określania zdolności oczyszczających środowiska gruntowego i praktycznie nie powinna się odnosić do zanieczyszczeń trwałych, bardzo słabo degradowanych.

*Metoda N.N.Bindemana*, szerzej przedstawiona w pracy Kleczkowskiego [1984], wykorzystywana jest w obliczeniach czasu przesączania wody z powierzchni terenu do ujętej warstwy wodonośnej. Obliczenia wykonywane są według następującego wzoru:

$$t = \frac{m}{V_a}$$

gdzie:

- $m$  – miąższość strefy aeracji (m),
- $V_a$  – prędkość przesączania (m/d),  $V_a = \frac{1}{n_e} \sqrt[3]{\omega^2 \cdot k}$
- $w$  – średnia roczna infiltracja (m/d),
- $k$  – współczynnik filtracji skał strefy aeracji (m/d),
- $n_e$  – porowatość efektywna (-).

Stosowanie przedstawionego wzoru jest ograniczone do strefy aeracji, przy założeniu jednorodności ośrodka skalnego. Powszechne stosowanie powyższego wzoru, bez uwzględnienia tych ograniczeń daje oczywiście zupełnie błędne wyniki. Trzeba również zwrócić uwagę na znaczną różnicę wyników obliczeń czasu przesączania liczonych wzorem Bindemana i wzorem zaproponowanym przez Witczaka i Żurek [1994]. Czas liczony wzorem Bindemana jest około 8 – 10 razy krótszy. Trudno jest porównywać ze sobą oba wzory oraz oceniać, który z tych wzorów daje wyniki bliższe rzeczywistości, ponieważ są one oparte na różnych założeniach. Mimo tak znacznej różnicy obliczonych czasów przesączania, obraz przestrzenny zróżnicowania podatności I-go poziomu wodonośnego na zanieczyszczenie w obu metodach będzie podobny.

W ocenie podatności wód podziemnych na zanieczyszczenie mniejsze znaczenie ma dokładność tych obliczeń (w sensie oceny czasu przesączania), a znacznie większe uzyskane w ich wyniku zróżnicowanie obszaru pod kątem wrażliwości wód podziemnych na zanieczyszczenie.

**Ocena odporności (podatności) wód podziemnych obszaru badań.** Ocena naturalnej odporności wód podziemnych na zanieczyszczenie poza miejscem lokalizacji planowanej drogi może wydawać się niepotrzebna do oceny jej możliwego wpływu na stan tych wód. Może tak być, jeśli lokalizacja drogi jest już zdecydowana i nie może ulec zmianie. W sytuacji, w której dokumentacja hydrogeologiczna ma służyć także jako podstawa wyboru optymalnej lokalizacji drogi, rozpoznanie naturalnych warunków ochrony wód podziemnych powinno być wykonane maksymalnie szczegółowo. Powodem wykonywania analizy podatności na całym obszarze dokumentowania hydrogeologicznego jest także rozpoznanie warunków migracji zanieczyszczeń do wód podziemnych z rejonów zidentyfikowanych ognisk zanieczyszczeń. Ustalenie, że wody podziemne są lub mogą być zanieczyszczone w wyniku oddziaływania tych źródeł, a nie dopływu zanieczyszczonych wód z rejonu planowanej drogi, może mieć w przyszłości duże znaczenie dla jej inwestora w razie pojawienia się nieuzasadnionych roszczeń odszkodowawczych.

W obszarowej analizie odporności można zastosować metodę uproszczoną lub bardziej szczegółową. Wybór metody powinien wynikać z celu dokumentacji oraz rodzaju i rozmiaru spodziewanych konfliktów związanych z lokalizacją autostrady lub innej drogi szybkiego ruchu.

*Metoda uproszczona.* Do obszarowych ocen odporności (podatności) poziomów wodonośnych na zanieczyszczenie można wykorzystywać uproszczoną odmianę metody zalecanej do oceny głównych zbiorników wód podziemnych [Kleczkowski, 1990], opartą jedynie na ocenie miąższości osadów słabo przepuszczalnych w nadkładzie. Podobne podejście, choć bez rozróżnienia strefy aeracji, zostało zastosowane przy realizacji arkusza Mapy hydrogeologicznej Polski w skali 1:50 000. Stosując takie uproszczone podejście, należy pamiętać, że uzyskany obraz przestrzenny klas odporności i zagrożenia wód podziemnych dla obszaru nie będzie w pełni być zgodny z klasami ustalonymi wzdłuż trasy autostrady (patrz rys. 15). W celu ujednoczenia klasyfikacji stosowanej w obu wypadkach, w analizach obszarowych proponuje się przyjąć następujące klasy odporności:

**Tabela 4.** Uproszczona klasyfikacja odporności wód podziemnych na zanieczyszczenie w zależności od miąższości osadów słabo przepuszczalnych

Symbol klasy	Miąższość osadów słabo przepuszczalnych* w m	Klasa zagrożenia	Klasa podatności	Klasa odporności
A	< 5	silnie zagrożone	wysoka	niska
B	1 – 15	średnio zagrożone	średnia	średnia
C	15 – 50	słabo zagrożone	niska	wysoka
D	> 50	praktycznie nie zagrożone	bardzo niska	bardzo wysoka

\* Osady o współczynniku filtracji w przedziale  $1 \cdot 10^{-6} - 1 \cdot 10^{-9}$  m/s.

Nawiązując do wytycznych ustalania stopnia izolacji głównego poziomu wodonośnego, przyjętych w instrukcji do Mapy hydrogeologicznej Polski w skali 1:50 000, proponuje się aby w razie występowania w nadkładzie osadów ilastych, praktycznie nieprzepuszczalnych ( $k < 10^{-9}$  m/s), klasy odporności przyjmować w sposób następujący: miąższość ilów 2 – 5 m (klasa B), 5 – 10 m (klasa C), powyżej 10 m (klasa D). Na obszarach eksploatacji górniczej i stwierdzonych odkształceń górotworu należy obniżyć stopień izolacji, sygnalizując wyższy stopień zagrożenia.

W większości sytuacji zastosowanie uproszczonej metody analizy odporności będzie wystarczające i ekonomicznie bardziej uzasadnione.

*Metoda szczegółowa.* W niektórych wypadkach bardziej uzasadnione będzie jednak zastosowanie metody rangowej, w której zróżnicowanie podatności wód podziemnych na zanieczyszczenie uzyskuje się na podstawie waloryzacji punktowej przyjętych kryteriów. Należy jednak pamiętać, że metody te mogą być stosowane jedynie do oceny podatności I-go od powierzchni terenu poziomu wodonośnego. Poziom ten, nawet jeśli nie spełnia kryteriów użytkowych (wg PIG), z reguły pełni ważną rolę retencyjną i tranzytową wód opadowych

przesączających się w głąb, a po drugie często jest lokalnie ujmowany przez studnie gospodarskie.

Do oceny podatności na zanieczyszczenie wód I-go poziomu wodonośnego zaleca się stosowanie metody rangowej DRASTIC, stanowiącej standard światowy mimo swoich ograniczeń. W literaturze krajowej najpełniejszy opis tej metody znajduje się w publikacji Krogulec [2004]. Najogólniej rzecz ujmując metoda uwzględnia w ocenie 7 następujących kryteriów:

- głębokość do zwierciadła wody (D – depth to water table),
- infiltracja efektywna (R – recharge),
- litologia warstwy wodonośnej (A – aquifer media),
- rodzaj gleb (S – soil media),
- topografia, spadki terenu (T – topography),
- wpływ strefy aeracji (I – impact of vadose zone),
- współczynnik filtracji warstwy wodonośnej (C – conductivity).

Każdemu z powyższych kryteriów, w zależności od jego roli w procesie migracji potencjalnych zanieczyszczeń przypisuje się różny stopień ważności (wagę), w skali od 1 do 5. Następnie w ramach każdego kryterium wyróżnia się klasy wartości danego parametru i przypisuje się im określoną ocenę punktową (rangę) w skali od 1 do 10. Mnożąc przez siebie obie wartości, otrzymuje się wartość punktową każdego parametru. Sumując wartości punktowe wszystkich 7 parametrów, otrzymuje się indeks DRASTIC, który następnie stanowi podstawę wydzielenia klas podatności. Na ogół jest 5 klas podatności jak w opisanym metodzie czasowej.

Metoda DRASTIC jest dość czasochłonna i mimo swej prostoty wymaga zastosowania zaawansowanych technik cyfrowego przetwarzania. W dokumentowaniu dotyczącym autostrad, gdzie skala opracowania nie powinna być mniejsza od 1:25 000, bloki obliczeniowe nie powinny przekraczać wymiarów 100x100 m. Najwłaściwszą metodą postępowania jest zastosowanie geostatystycznych metod interpolacji (kringu blokowego) poszczególnych parametrów. Współczesne narzędzia informatyczne umożliwiają efektywne wykonywanie tego typu map.

Należy jednak pamiętać, że metoda rangowa daje jedynie względną ocenę podatności i nie ma możliwości jednoznacznego powiązania przyjętych przedziałów punktowych z istniejącą 5-stopniową klasyfikacją podatności (tab. 4). Ważne jest również, aby do interpretacji wydzielonych klas podatności nie podchodzić mechanicznie, zwłaszcza w obszarach o swobodnym, ale głęboko zalegającym zwierciadle wody. Interesującą analizę porównawczą różnych metod oceny podatności wód podziemnych na zanieczyszczenie i ich ograniczeń, przedstawili Żurek, Witczak i Duda [2002].

**Sposób prezentacji wyników analizy.** Wyniki analizy podatności wód podziemnych na zanieczyszczenie należy przedstawić w sposób maksymalnie czytelny i ułatwiający projektantom drogi podejmowanie decyzji dotyczących jej przebiegu oraz zabezpieczeń technicznych. Proponuje się następujący sposób postępowania w tym zakresie.



**Tabela 5.** Ocena i klasyfikacja zagrożenia wód podziemnych wzdłuż trasy autostrady na odcinku autostrady A-2 od Parzęczewa do Szczawina Dużego [Rodzoch, 2005]

Element charakterystyki	Kilometraż projektowanej drogi			
	332,0– –333,0	333,0– –334,0	334,0– –335,0	335,0– –336,0
<b>Bezpośrednie podłoże autostrady</b>				
Rodzaj osadów				
Miąższość (m)	2	12	11	9
<b>I poziom wodonośny</b>				
Głębokość do stropu (m)	6	12	11	9
Głębokość ustalonego zwierciadła wody (m)	1	1	1	0,5
Charakter zwierciadła wody (nap., swob.) <sup>a</sup>	nap.	nap.	nap.	nap.
Miąższość strefy aeracji (m)	1	2	1	1
Miąższość osadów izolujących w nadkładzie				
Kierunek odpływu wód	N	N	N	NW
Spadek hydrauliczny (z mapy hydroizohips)	0,012	0,007	0,003	0,005
Przyjęty współczynnik filtracji – k (m/d) <sup>b</sup>	5	5	5	5
Przyjęty współczynnik porowatości efektywnej – n <sub>e</sub> <sup>b</sup>	0,2	0,2	0,2	0,2
Prędkość przepływu wód (m/a) <sup>c</sup>	110	65	25	45
<b>Klasa zagrożenia</b>				
<b>Poziom wodonośny GZWP (lub inny analizowany)</b>				
Głębokość do stropu (m)	22	35	30	25
Głębokość ustalonego zwierciadła wody (m)	4	4	4	1,5
Miąższość osadów izolujących w nadkładzie				
Kontakt z I poziomem wodonośnym (tak/nie)	nie	nie	nie	Nie
Kierunek pionowego przesączania <sup>d</sup>	⇓	⇓	⇓	⇓
Kierunek odpływu wód	N	N	N	NNE
Spadek hydrauliczny (z mapy hydroizohips)	0,041	0,041	0,041	0,021
Przyjęty współczynnik filtracji – k (m/d) <sup>e</sup>	2	2	2	2
Przyjęty współczynnik porowatości efektywnej – n <sub>e</sub> <sup>e</sup>	0,05	0,05	0,05	0,05
Prędkość przepływu wód (m/a) <sup>c</sup>	600	600	600	300
<b>Klasa zagrożenia</b>				

Objaśnienia:

<sup>a</sup> nap. (naporowe), swob. (swobodne).

<sup>b</sup> Parametry jak dla piasków drobno- i średnioziarnistych.

<sup>c</sup> Prędkość przepływu wyliczona z wzoru:  $V = k \cdot I / n_e$ .

<sup>d</sup> Przesączanie pomiędzy Q i K.

<sup>e</sup> Parametry typowe dla węglanowej kredy górnej.

**Miąższość osadów izolujących**

	brak
	bardzo mała (< 5 m)
	mała (5–15 m)
	średnia (15–30 m)
	duża (30–50 m)
	bardzo duża (> 50 m)

**Klasa zagrożenia wód podziemnych**

	klasa A – silnie zagrożone (czas przesączania < 5 lat)
	klasa B – średnio zagrożone (czas przesączania 5–25 lat)
	klasa C – słabo zagrożone (czas przesączania 25–100 lat)
	klasa D – praktycznie nie zagrożone (czas przesączania > 100 lat)

**Rodzaj osadów w podłożu autostrady**

	osady przepuszczalne (piaski, żwiry)
	osady słabo przepuszczalne (gliny zwałowe, pyły, piaski gliniaste)
	osady bardzo słabo przepuszczalne (iły)

W obszarze badań klasy zagrożenia (lub podatności) wód podziemnych należy przedstawić na mapie jakości i zagrożenia wód podziemnych w odniesieniu do I-go poziomu wodonośnego i ewentualnie do poziomu głębszego, jeśli jest on przedmiotem dokumentowania. Przeważnie może to dotyczyć poziomu głównego zbiornika wód podziemnych (GZWP) lub innych użytkowych poziomów wodonośnych o szczególnym znaczeniu.

Wzdłuż trasy planowanej drogi wyniki oceny należy przedstawić:

- ❑ na przekroju hydrogeologicznym – według propozycji przedstawionej na rys. 15;
- ❑ na mapie jakości i zagrożeń wód podziemnych – wzdłuż linii planowanej drogi w formie kolorowych odcinków obrazujących poszczególne klasy zagrożenia;
- ❑ w formie zestawienia tabelarycznego (wg propozycji przedstawionej w tabeli 5).

Podany przykład zestawienia tabelarycznego, odnoszący się do konkretnego udokumentowanego odcinka autostrady, jest jedynie propozycją sposobu prezentacji wyżej wymienionych zagadnień i może być modyfikowany w zależności od potrzeb zadania i inwencji dokumentatora. W szczególności dotyczy to sposobu przedstawiania w tabeli odcinków planowanej drogi uznanych za w miarę jednorodne z punktu widzenia charakterystyki w niej przedstawionej. W podanym przykładzie przyjęto odcinki o równej długości 1 km, ale można je różnicować w zależności od stopnia rozpoznania podłoża. Każdorazowo należy jednak podawać, w jaki sposób i na podstawie czego przyjęto wartości parametrów zestawione w tabeli (źródło literaturowe, obserwacje w otworach, interpretacja przekroju hydrogeologicznego, itp.) oraz do jakich dokładnie odcinków planowanej drogi się one odnoszą.

Tabela 5 zawiera zestawienie przyjętych danych wyjściowych do obliczeń i wyniki analizy zagrożenia wód podziemnych w podłożu planowanej drogi. Graficznie należy je przedstawić jeszcze na przekroju hydrogeologicznym oraz na mapie warunków hydrogeologicznych i mapie jakości i zagrożenia wód podziemnych. Należy jednak zaznaczyć, że wykorzystany wyżej przykład odcinka autostrady A-2 jest przypadkiem szczególnym, ponieważ w momencie sporządzania dokumentacji hydrogeologicznej odcinek ten był już szczegółowo rozpoznany geotechnicznie do głębokości ponad 20 m i możliwa była bardzo dokładna ocena podatności wód podziemnych na zanieczyszczenie. Przeważnie, na etapie analiz uwarunkowań środowiskowych lokalizacji inwestycji nie będziemy dysponowali tak dobrym rozpoznaniem, co nie zwalnia nas z wykonywania analizy zagrożenia według wyżej opisanej procedury. Analiza ta będzie po prostu bardziej uproszczona.

#### **4.3.4.2. Ocena stanu jakościowego wód podziemnych**

Prezentując stan jakościowy wód podziemnych, należy pamiętać o celu opracowania i charakterze dokumentacji, której zadaniem jest przede wszystkim ustalenie „stanu zerowego” jakości tych wód oraz rozpoznanie stopnia i źródeł ich zanieczyszczenia. Wychodząc z tego punktu widzenia, w analizie i prezentacji jakości wód dla rejonów lokalizacji autostrad i dróg krajowych nie muszą być spełnione wszystkie wymagania zawarte w przepisach krajowych i unijnych

odnoszących się do monitorowania stanu wód podziemnych. Ważne jest natomiast, aby charakterystykę tą odnosić do przyjętych w naszym kraju klasyfikacji i norm.

**Klasyfikacja jakości wód podziemnych.** Do niedawna jako podstawową w prezentacji jakości wód przyjmowano klasyfikację stosowaną przez Inspekcję Ochrony Środowiska do celów monitoringu [Staniewicz-Dubois, 1995]. Z chwilą wejścia Polski do Unii Europejskiej sytuacja w tym zakresie ulega stopniowym zmianom. W wyniku transpozycji do prawa krajowego regulacji zawartych w odnośnych przepisach unijnych<sup>5</sup> w dniu 11 lutego 2004 r. opublikowano w Polsce rozporządzenie Ministra Środowiska w sprawie określenia klasyfikacji dla prezentowania stanu wód powierzchniowych, wód podziemnych, sposobu prowadzenia monitoringu oraz sposobu interpretacji wyników i prezentacji stanu tych wód (Dz U z 2004 r., nr 32, poz. 284). Rozporządzenie to obowiązywało do końca 2004 r. W chwili obecnej w Ministerstwie Środowiska trwają prace nad jego aktualizacją. W wyniku tych prac zostanie przyjęta ostateczna wersja klasyfikacji jakościowej wód, która nie powinna się istotnie różnić od tej zamieszczonej w rozporządzeniu z 2004 r. i przedstawionej w tabeli 7.

W wymienionym wyżej rozporządzeniu przyjęto pięć klas jakości wód, z uwzględnieniem wymagań dotyczących jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi:

- ❑ **klasa I** – wody bardzo dobrej jakości (wartości wskaźników jakości wód są kształtowane tylko w efekcie naturalnych procesów zachodzących w warstwie wodonośnej, żaden ze wskaźników nie przekracza wartości dopuszczalnych jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi);
- ❑ **klasa II** – wody dobrej jakości (wartości wskaźników jakości wody nie wskazują na oddziaływania antropogeniczne; za wyjątkiem Fe i Mn pozostałe wskaźniki jakości wody nie przekraczają wartości dopuszczalnych w wodach przeznaczonych do picia);
- ❑ **klasa III** – wody zadowalającej jakości (wartości wskaźników jakości wody są podwyższone w wyniku naturalnych procesów lub słabego oddziaływania antropogenicznego; część wskaźników przekracza wartości dopuszczalne w wodach przeznaczonych do picia);
- ❑ **klasa IV** – wody niezadowalającej jakości (wartości wskaźników jakości wody są podwyższone w wyniku naturalnych procesów oraz słabego oddziaływania antropogenicznego; większość wskaźników przekracza wartości dopuszczalne w wodach przeznaczonych do picia);
- ❑ **klasa V** – wody złej jakości (wartości wskaźników jakości wody potwierdzają oddziaływania antropogeniczne; woda nie spełnia wymagań określonych dla wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi).

---

<sup>5</sup> Przede wszystkim w Dyrektywie 2000/60/WE Parlamentu Europejskiego i Rady Europy z dnia 23 października 2000 r. ustanawiającej ramy wspólnotowego działania w dziedzinie polityki wodnej (Dz Urz WE L 327 z 22.12.2000), zwanej Ramową dyrektywą wodną.

**Tabela 6.** Klasyfikacja wód podziemnych wg rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 11 lutego 2004 r.

Wskaźnik jakości wody	Jednostka	Wartości graniczne w klasach I – V				
		I	II	III	IV	V
Temperatura	°C	6 – 10	12	16	25	>25
Przewodność w 20°C	μS/cm	400	2500	2500	3000	>3000
Odczyn		6,5 – 9,5			<6,5 lub >9,5	
Tlen rozpuszczony	mg O <sub>2</sub> /l	1	0,5	0,5	0,1	<0,1
Ogólny węgiel organiczny	mg C/l	2	10	10	20	>20
Amoniak	mg NH <sub>4</sub> /l	0,1	0,5	0,65	3	>3
Azotany	mg NO <sub>3</sub> /l	10	25	50	100	>100
Azotyny	mg NO <sub>2</sub> /l	0,01	0,05	0,1	0,25	>0,25
Fosforany	mg PO <sub>4</sub> /l	0,05	0,2	1	5	>5
Fluorki	mg F/l	0,5	1	1,5	2	>2
Chlorki	mg Cl/l	25	250	300	500	>500
Cyjanki wolne	mg CN/l	0,01	0,02	0,02	0,02	>0,02
Wodorowęglany	mg HCO <sub>3</sub> /l	100 – 300	75 – 100 300 – 350	50 – 75 350 – 400	25 – 50 >400	<25 >400
Siarczany	mg SO <sub>4</sub> /l	25	250	250	500	>500
Krzemionka	mg SiO <sub>2</sub> /l	15	30	50	100	>100
Sód	mg Na/l	60	200	200	300	>300
Potas	mg K/l	10	10	15	20	>20
Wapń	mg Ca/l	50	100	200	300	>300
Magnez	mg Mg/l	30	50	100	150	>150
Żelazo	mg Fe/l	0,1	0,3	0,5	5	>5
Arsen	mg As/l	0,01	0,01	0,1	0,2	>0,2
Bor	mg B/l	0,5	1	1	2	>2
Chrom	mg Cr/l	0,01	0,05	0,5	0,1	>0,1
Cynk	mg Zn/l	0,5	3	5	10	>10
Glin	mg Al/l	0,1	0,2	0,5	1	>1
Kadm	mg Cd/l	0,001	0,003	0,005	0,01	>0,01
Mangan	mg Mn/l	0,05	0,2	1	1	>1
Miedź	mg Cu/l	0,01	0,03	0,05	0,1	>0,1
Nikiel	mg Ni/l	0,01	0,02	0,05	0,1	>0,1
Rtęć	mg Hg/l	0,001	0,001	0,001	0,005	>0,005
Ołów	mg Pb/l	0,01	0,05	0,05	0,05	>0,05
Fenole (indeks fenolowy)	mg/l	0,001	0,005	0,05	>0,05	>0,05
Pestycydy	μg/l	0,1	1	2,5	5	>5
Substancje powierzchniowo czynne anionowe	mg/l	0,1	0,2	0,5	1	>1
Oleje mineralne (indeks oleju mineralnego)	mg/l	0,01	0,01	0,03	0,05	>0,05
Wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne	μg/l	0,01	0,02	0,03	0,05	>0,05

Wody klasy I, II i III są zaliczane do wód o dobrym stanie chemicznym, wody zaklasyfikowane do IV i V klasy jakości to wody, które charakteryzuje słaba jakość w rozumieniu Ramowej dyrektywy wodnej (Dz Urz WE L 327 z 22.12.2000). Przy zaliczaniu wody do odpowiedniej klasy dopuszcza się przekroczenie wartości granicznych trzech wskaźników jakości wody, jeżeli przekroczenie to mieści się w granicach przyjętych dla bezpośrednio niższej klasy jakości wody. Nie dopuszcza się przekroczenia wartości granicznych żadnego z następujących wskaźników jakości wody uznawanych za składniki toksyczne: arsenu, amoniaku, azotanów, azotynów, fluorków, chromu, kadmu, miedzi, niklu, ołowiu, rtęci, cyjanków, fenoli, pestycydów, wielopierścieniowych węglowodorów, olejów mineralnych, powierzchniowo-czynnych substancji anionowych.

Lista wskaźników zamieszczona w tabeli 7 nie oznacza, że wszystkie te wskaźniki powinny być oznaczane w ramach dokumentacji hydrogeologicznych rejonów projektowanych inwestycji drogowych. Takie podejście byłoby wręcz błędne i nieracjonalne z punktu widzenia celów zadania. Wartości graniczne zamieszczone w tabeli powinny natomiast stanowić punkt odniesienia do oceny jakości wody w takim zakresie wskaźników, jakie ostatecznie będą oznaczane. Proponowana ich lista została zamieszczona w niniejszym poradniku w podrozdziale 4.3.2.3.

**Sposób prezentacji wyników badań.** Sposób obróbki statystycznej i prezentacji wyników analiz laboratoryjnych wód należy dostosować do potrzeb i celu dokumentacji. Proponuje się następujący tryb postępowania:

- wyniki analiz laboratoryjnych zestawić w tabeli zbiorczej z odpowiednim komentarzem, sprawozdanie laboratorium z wykonanych prac wraz z dołączonymi kartami analiz załączyć tylko w egzemplarzu archiwalnym przekazywanym inwestorowi;
- w tabeli zbiorczej wartości oznaczonych parametrów przypisać do odpowiednich klas jakości wody (według przyjętej klasyfikacji); w dodatkowej kolumnie określić wynikową klasę wody;
- w odniesieniu do wód zaklasyfikowanych jako złe lub pozaklasowe podać wskaźniki powodujące obniżenie klasy jakości; w uwagach podać przyczynę złej jakości wody (zmiany antropogeniczne lub naturalne); w razie wyraźnego zanieczyszczenia antropogenicznego postarać się zidentyfikować jego źródło;
- jeśli dla danego obszaru i badanych poziomów wodonośnych jest określone tło hydrochemiczne (np. z arkuszy MHP 1:50 000), zaznaczyć w tabeli wartości, które wykraczają poza zakres tego tła;
- na mapie jakości i zagrożenia wód podziemnych zaznaczyć punktowo klasę wody i dodatkowo obszary o wodach zmienionych antropogenicznie, jeśli liczba danych umożliwia taką charakterystykę.

#### **4.3.4.3. Ocena zagrożenia środowiska gruntowo-wodnego**

Ocenę tą należy wykonać i przedstawić dla całego obszaru badań, wyraźnie rozróżniając zagrożenia związane z dotychczasowym sposobem użytkowania terenu od tych związanych z budową i przyszłą eksploatacją planowanej drogi.

**Zagrożenia związane ze sposobem użytkowania terenu.** Stan jakościowy wód podziemnych obserwowany przed wykonaniem inwestycji zależy oczywiście od dotychczasowego sposobu użytkowania terenu. Ustalając tzw. stan zerowy jakości wód należy jednocześnie zinventaryzować istniejące ogniska zanieczyszczeń i ocenić ich możliwy wpływ na jakość tych wód. Jest to w interesie inwestora drogi, który może być w przyszłości niesłusznie oskarżany o to, że eksploatacja drogi spowodowała zanieczyszczenie wód podziemnych w jej sąsiedztwie. Tymczasem należy pamiętać, że na ogół obiekty drogowe nie są jedynym, ani nawet najważniejszym źródłem zanieczyszczenia tych wód.

Charakterystykę dotychczasowego zagrożenia jakości wód podziemnych wykonuje się na podstawie wyników kartowania sozologicznego obszaru badań. Zakres i sposób wykonania tego kartowania został przedstawiony w podrozdziale 4.3.2.1. Prezentując wyniki rozpoznania sozologicznego obszaru oraz wyniki analizy zagrożenia wód podziemnych, należy:

- ❑ zestawić w tabeli zinventaryzowane ogniska zanieczyszczeń z podaniem następujących informacji:
  - nr obiektu na mapie,
  - lokalizacja (miejscowość, gmina, adres),
  - rodzaj i nazwa obiektu,
  - ogólna charakterystyka obiektu i jego możliwych oddziaływań na środowisko wód podziemnych (rodzaje oddziaływań, stosowane zabezpieczenia, sposób postępowania z odpadami i ściekami, itd.),
  - ogólna charakterystyka terenu lokalizacji obiektu (lokalizacja względem planowanej drogi, topografia, kierunki możliwego przemieszczania się zanieczyszczeń),
  - ocena stopnia zagrożenia środowiska wód podziemnych (brak zagrożenia, małe, średnie, duże, opisać obiekty zagrożone – ujęcia, zbiorniki powierzchniowe, itd.);
- ❑ na mapie jakości i zagrożenia wód podziemnych zaznaczyć lokalizację wszystkich punktowych i liniowych ognisk zanieczyszczeń oraz ognisk obszarowych, jeśli zostały stwierdzone (np. miejsca nawożenia gnojowicą, wykorzystania ścieków do celów rolniczych, inne);
- ❑ w tekście przedstawić i scharakteryzować liniowe i obszarowe ogniska zanieczyszczeń, wskazując zakres i sposób ich aktualnego i potencjalnego oddziaływania (kierunki i sposób przemieszczania się zanieczyszczeń) oraz zagrożone obiekty ochrony; szczególną uwagę należy zwrócić na obszary intensywnie użytkowane rolniczo, strefy przemysłowe i tereny zurbanizowane;
- ❑ mając rozpoznaną jakość wód podziemnych, powiązać ją z oddziaływaniem zinventaryzowanych ognisk zanieczyszczeń, wskazując przyczyny złego stanu chemicznego wód (jeśli taki zostanie stwierdzony).

**Zagrożenia związane z oddziaływaniem planowanej drogi.** Analiza zagrożeń dla stanu wód podziemnych powinna być przeprowadzona oddzielnie dla etapu

budowy i etapu eksploatacji planowanej drogi, ponieważ w obu przypadkach charakter zagrożeń będzie różny.

*Prognoza zmian stanu wód na etapie budowy planowanej drogi.* Na etapie budowy główne zagrożenia dla środowiska gruntowo-wodnego związane są z pracami ziemnymi. Wybranie utworów przypowierzchniowych, w tym gleby stanowiącej ważną naturalną barierę ochronną, powoduje skrócenie czasu migracji zanieczyszczeń a tym samym wzrost zagrożenia wód. Oprócz zanieczyszczenia wód, w rejonach płytkiego występowania wód gruntowych, prace ziemne mogą spowodować także istotne zmiany stosunków wodnych, w tym osuszenie ekosystemów wodnych czy też sztucznych stawów hodowlanych i innych zbiorników wodnych. W dokumentacji należy wskazać takie newralgiczne punkty i dokonać szacunkowej prognozy wielkości możliwych zmian. W razie braku wystarczającej ilości danych do wykonania takiej oceny należy zalecić wykonanie dodatkowych badań terenowych.

Oprócz wpływu prac ziemnych należy ocenić możliwe oddziaływania zaplecza budowy, w tym zwłaszcza miejsc zaplecza socjalnego pracowników (toalety, łazienki), parkingów maszyn budowlanych, składów materiałów pędnych, miejsc serwisowania maszyn i pojazdów.

*Prognoza zmian stanu wód na etapie eksploatacji planowanej drogi.* W prognozie tej należy uwzględnić sytuację normalnej eksploatacji i sytuacje nadzwyczajne, związane z awaryjnymi wyciekami transportowanych substancji.

W sytuacji normalnej eksploatacji głównym i praktycznie jedynym źródłem zanieczyszczenia wód podziemnych są ścieki deszczowe i spływy roztopowe z utwardzonych jezdni, chodników i placów manewrowych. W miejscach lokalizacji miejsc obsługi podróżnych mogą dochodzić jeszcze ścieki bytowe. Ścieki deszczowe zawierają różne zanieczyszczenia, z których kilka jest związanych ściśle z ruchem drogowym. Należą do nich substancje ropopochodne pochodzące z resztek olejów, smarów i paliw, wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA) oraz ołów zawarty w dodatkach do benzyn. Coraz powszechniejsze stosowanie benzyn bezołowiowych sprawia, że ilość ołowiu w ściekach deszczowych stopniowo się zmniejsza.

Ścieki roztopowe zawierają ponadto duże ilości chlorków sodu i czasami wapnia, w zależności od rodzaju środków używanych do rozmrażania jezdni. Z ogólnych wskaźników zanieczyszczeń zarówno ścieki deszczowe, jak i roztopowe, zawierają znaczne ilości zawiesiny, głównie mineralnej, oraz charakteryzują je stosunkowo wysokie ChZT przy niewielkiej wartości BZT<sub>5</sub>. Zawartość związków biogenych, azotanów i fosforanów, jest zazwyczaj bardzo mała i przeważnie nie stanowi problemu w wodach podziemnych i powierzchniowych stanowiących końcowe odbiorniki zrzuconych ścieków. Wiarygodne prognozowanie średnich stężeń zanieczyszczeń w ściekach deszczowych i opadowych jest bardzo trudne, bo zależą one od wielu, trudnych do oszacowania czynników. Wpływ natężenia ruchu na wielkość ładunku zanieczyszczeń wprowadzanych do środowiska najlepiej obserwuje się na przykładzie sumy olejów mineralnych, oznaczanych jako ekstrakt eterowy.

W sytuacjach nadzwyczajnych, związanych z awariami i katastrofami drogowymi, może dojść do dużych i niekontrolowanych wycieków przewożonych substancji chemicznych, paliw i olejów. Mimo zastosowanych zabezpieczeń nie można wykluczyć, że w wyniku takich nadzwyczajnych zdarzeń zanieczyszczenie może rozprzestrzenić się daleko poza obszar pasa drogowego. W dokumentacji należy wskazać miejsca i obiekty, które mogą być zagrożone w takich sytuacjach. Ułatwi to projektantom drogi właściwe zaprojektowanie zabezpieczeń technicznych na wypadek takich nadzwyczajnych zdarzeń.

Należy w tym miejscu zaznaczyć, że w decyzjach lokalizacyjnych określających warunki techniczne budowy obiektów drogowych ze względu na potrzebę ochrony środowiska wymaga się na ogół, aby stan jakościowy i ilościowy wód podziemnych w rejonie planowanej drogi nie uległ zauważalnym zmianom na skutek jej oddziaływania. Jako przykład można zacytować fragment decyzji lokalizacyjnej Wojewody Łódzkiego z dnia 23 lipca 1996 r. wydanej dla łódzkiego odcinka autostrady A2: *Przyjęte rozwiązania techniczne w zakresie odwodnienia autostrady nie mogą wpływać na zmianę jakości i ilości wód podziemnych w użytkowanych poziomach wodonośnych. Wszystkie obiekty zlokalizowane wzdłuż autostrady powinny być wyposażone w infrastrukturę uniemożliwiającą przenikanie zanieczyszczeń do warstw wodonośnych oraz przenikanie substancji niebezpiecznych, które w sytuacjach wywołanych katastrofami pojazdów, mogłyby zagrozić środowisku wód podziemnych. Przy projektowaniu rozwiązań technicznych należy przestrzegać warunków określonych w rozporządzeniu MOŚZNiL z dnia 05.11.1991 r. w sprawie klasyfikacji wód i warunków jakim powinny odpowiadać ścieki wprowadzane do wód lub do ziemi.*

Teoretycznie więc, zastosowane urządzenia techniczne powinny w pełni zabezpieczać wody podziemne przed jakimkolwiek oddziaływaniem ze strony autostrady. W praktyce wiemy, że skuteczność takich zabezpieczeń bywa różna, zwłaszcza w sytuacjach nadzwyczajnych zdarzeń. Rolą hydrogeologa jest udokumentowanie potencjalnego zagrożenia wód podziemnych i obiektów ochrony, przy założeniu, że zastosowane zabezpieczenia mogą nie spełniać swojej roli.

**Charakterystyka sposobu rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń.** Chociaż decyzja lokalizacyjna i zaprojektowane rozwiązania techniczne teoretycznie wykluczają sytuację przenikania zanieczyszczeń do wód podziemnych i rozprzestrzeniania się w nich, w dokumentacji hydrogeologicznej należy przeprowadzić szczegółową analizę sposobu ewentualnego rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń z rejonu planowanej drogi. W analizie tej należy uwzględnić i oszacować:

- ❑ kierunki i prędkości odpływu wód podziemnych w I poziomie wodonośnym;
- ❑ kierunki i prędkości odpływu wód podziemnych w głębszych poziomach wodonośnych będących przedmiotem analizy (główny UPW, poziom głównego zbiornika wód podziemnych);
- ❑ charakter kontaktów hydraulicznych pomiędzy analizowanymi poziomami wodonośnymi (różnice naporów hydraulicznych, kierunki przesączania wód, istnienie okien hydrogeologicznych);



- ❑ charakter kontaktu wód podziemnych i powierzchniowych (zwłaszcza rejonu infiltracji wód powierzchniowych);
- ❑ rozpoznanie cieków powierzchniowych jako dróg ewakuacji zanieczyszczeń z rejonu planowanej drogi.

Kierunki i prędkości odpływu wód podziemnych należy przedstawić na mapie hydrogeologicznej obszaru badań w formie linii prądu biegnących od autostrady do rejonów drenażu wód (wody powierzchniowe, ujęcia wody i inne). Taka forma przedstawienia wyników analizy hydrodynamicznej umożliwia łatwe i szybkie sprawdzenie jak szybko i do jakiego punktu może dotrzeć zanieczyszczenie, które przedostało się do wód podziemnych mimo zastosowanych rozwiązań zabezpieczających.

Należy jednak zaznaczyć, że o sposobie przemieszczania się zanieczyszczeń i rzeczywistym stwarzanym przez nie zagrożeniu dla wód podziemnych, nie decyduje tylko prędkość przepływu wód w warstwie, ale przede wszystkim warunki jej naturalnej ochrony wyrażone przez miąższość i rodzaj osadów w nadkładzie. Stąd też bardzo ważne jest dobre rozpoznanie i udokumentowanie ochronnej roli nadkładu analizowanych poziomów wodonośnych wzdłuż całej trasy autostrady.

**Identyfikacja i ocena zagrożenia obiektów ochrony.** Analizując możliwy wpływ planowanej inwestycji drogowej na stan wód podziemnych, ocenę tego zagrożenia należy odnosić do następujących obiektów ochrony:

- ❑ ujęć zbiorowego zaopatrzenia ludności w wodę do picia;
- ❑ studni prywatnych eksploatowanych do celów pitnych (kopanych i wierconych);
- ❑ zbiorników wód powierzchniowych i ekosystemów zależnych od wód podziemnych;
- ❑ głębiej leżących użytkowych poziomów wodonośnych (w tym poziomów głównych zbiorników wód podziemnych).

W założeniu eksploatacja planowanej drogi nie powinna zmieniać stanu wód podziemnych w jej sąsiedztwie, jednak w dokumentacji należy zawsze dokonać identyfikacji obiektów, które teoretycznie mogłyby znaleźć się w zasięgu oddziaływania drogi, w sytuacji w której zaprojektowane zabezpieczenia nie spełniły swojej roli. W odniesieniu do każdego z tych obiektów powinna być podana odległość i przybliżony czas dopływu wody z rejonu trasy drogowej, wyliczony wzdłuż linii prądu. Oczywiście zagrożone mogą być tylko obiekty znajdujące się na kierunku odpływu wód z rejonu drogi i te położone w jej najbliższym sąsiedztwie od strony dopływu.

Jeżeli chodzi o ujęcia zbiorowego zaopatrzenia, szczególną uwagę należy zwrócić na to czy mają one ustanowioną strefę ochronną i czy przypadkiem strefy tej nie przecina projektowana droga. Należy również pamiętać, że strefa ochronna ograniczona jest izochroną 25-letniego czasu dopływu wody, co nie stanowi wystarczającego zabezpieczenia w długim okresie czasu. W analizach hydrogeologicznych należy brać pod uwagę cały obszar zasilania ujęcia, a nie tylko obszar wyznaczonej strefy ochronnej.

W wypadku płytkich studni prywatnych należy szczegółowo rozpoznać, czy rzeczywiście mogą być one zagrożone ze strony planowanej drogi. Ocena taka

powinna dotyczyć nie tylko możliwych zmian jakościowych wody, ale także zmian stanu zwiarciały wody w studni.

Jeżeli chodzi o zbiorniki wód powierzchniowych i ekosystemów zależnych od wód podziemnych (torfowiska, mokradła, podmokłości), szczególną uwagę należy zwrócić na obszary zaliczone do sieci NATURA 2000. Przeważnie szczegółowe udokumentowanie możliwego oddziaływania planowanej drogi na te obszary będzie wymagało przeprowadzenia dodatkowych badań i analiz, które powinny być zalecone we wnioskach dokumentacji. Teoretycznie najbardziej zagrożone będą te ciek, które przecina planowana droga, ponieważ stanowią one naturalny odbiornik wód opadowych i roztopowych odprowadzanych z jej jezdni. W tym wypadku zagrożenie, jakie może stwarzać dla nich dopływ zanieczyszczonych wód podziemnych, jest pomijalnie małe.

W razie prognozowania wpływu na stan użytkowych poziomów wodonosnych, szczególną uwagę należy zwrócić na poziomy głównych zbiorników wód podziemnych, które mogą mieć ustanowione obszary ochronne. Należy również wskazać te fragmenty innych poziomów użytkowych, które mają szczególne znaczenie ze względu na zaopatrzenie ludności w wodę do picia i z tego względu muszą być szczególnie chronione.

#### **4.3.4.4. Wytyczne organizacji monitoringu wód podziemnych**

Monitoring wód podziemnych jest jednym z elementów całościowego monitoringu oddziaływania planowanego przedsięwzięcia drogowego na środowisko na etapie jego budowy oraz eksploatacji. Przepisy prawa nie nakładają jednak na inwestora bezwzględne obowiązki prowadzenia monitoringu wód podziemnych, wymagając jedynie stałej kontroli (nie mniej niż raz w roku) jakości odprowadzanych wód opadowych i roztopowych w zakresie zawiesiny ogólnej i substancji ropopochodnych na wylotach urządzeń zbierających i podczyszczających wody opadowe i roztopowe<sup>6</sup>. Jest to podejście ogólnie słuszne i racjonalne, bo niemożliwe jest monitorowanie wód podziemnych wzdłuż całej trasy drogowej a nawet na wydzielonych jej odcinkach. Należy jednak zauważyć, że zgodnie z ustawą – Prawo ochrony środowiska z dnia 27 kwietnia 2001 r., obowiązek prowadzenia monitoringu środowiska (w tym wód podziemnych) może być nałożony na inwestora w decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach zgody na realizację przedsięwzięcia, jeśli konieczność prowadzenia badań monitoringowych w tym zakresie zostanie stwierdzona w raporcie o oddziaływaniu planowanego przedsięwzięcia na środowisko. Obowiązek prowadzenia pomiarów i obserwacji stanu jakościowego wód podziemnych może być również nałożony na zarządzającego autostradą przez organ ochrony środowiska w sytuacji, jeżeli przeprowadzona kontrola wykaże przekroczenie standardów jakości środowiska w wyniku oddziaływania

---

<sup>6</sup> Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 23 stycznia 2003 r. w sprawie wymagań w zakresie prowadzenia pomiarów poziomów w środowisku substancji lub energii przez zarządzającego drogą, linią kolejową, linią tramwajową, lotniskiem, portem (Dz U z 2003 r., nr 35, poz.308).

obiektu (art.178 ustawy – Prawo ochrony środowiska). Dotyczy to już jednak etapu eksploatacji inwestycji. W art.174 przywołanej ustawy – Prawo ochrony środowiska zawarto ważny i kategoriyczny warunek: emisje powstające w związku z eksploatacją drogi (...), nie mogą spowodować przekroczenia standardów jakości środowiska poza terenem, do którego zarządzający tym obiektem ma tytuł prawny. Aby stwierdzić, czy standardy te zostały, czy też mogą być przekroczone, konieczna jest okresowa kontrola elementów środowiska, która częściowo może być realizowana w stałych punktach sieci monitoringowych.

Monitoring wód podziemnych przy obiektach mogących stwarzać zagrożenie (monitoring lokalny) może być wykonany i prowadzony jedynie na podstawie zatwierdzonego projektu prac geologicznych. W wypadku planowanych inwestycji drogowych projekt taki może być sporządzony dopiero po stwierdzeniu w dokumentacji określającej warunki hydrogeologiczne konieczności prowadzenia takiego monitoringu i przedstawieniu ogólnej koncepcji<sup>7</sup>. W dokumentacji należy wskazać miejsca szczególnie podatne na zanieczyszczenie wód podziemnych oraz objekty ochrony, które ewentualnie powinny być objęte monitoringiem. Bez podawania szczegółowych propozycji i zasad prowadzenia monitoringu można w dokumentacji zawrzeć pewne sugestie co do lokalizacji i głębokości otworów obserwacyjnych oraz zakresu i harmonogramu prowadzenia badań. Ogólna koncepcja organizacji obserwacji i badań monitoringowych przedstawiona w dokumentacji powinna uwzględniać rozwiązania techniczne zabezpieczające środowisko gruntowo-wodne przed oddziaływaniem planowanej inwestycji drogowej. Proponowany zakres oznaczeń powinien być ograniczony do niezbędnego minimum i do tych wskaźników, które realnie mogą być związane z eksploatacją tras drogowych. Typując miejsca oraz zakres ewentualnych badań monitoringowych wód podziemnych wzdłuż trasy planowanej inwestycji drogowej, należy uwzględnić:

- ❑ stopień naturalnej izolacji wód podziemnych od powierzchni terenu (klasa podatności) charakteryzowany przez miąższość i litologiczny charakter nadkładu oraz głębokość do zwierciadła wody;
- ❑ stopień użytkowości I-go poziomu wodonośnego i jego znaczenie ze względu na zaopatrzenie ludności w wodę (GUPW, GZWP);
- ❑ odległość od ujęć wód podziemnych prywatnych i zbiorowego zaopatrzenia ludności w wodę, ujmujących analizowany poziom wodonośny;
- ❑ prędkość i kierunek przepływu wód podziemnych według wykreślonej mapy hydroizohips;
- ❑ obecność obszarów ochronnych GZWP i stref ochronnych ujęć wód;
- ❑ układ sieci hydrograficznej w sąsiedztwie planowanej trasy jako potencjalnych dróg przemieszczania się zanieczyszczeń;
- ❑ ukształtowanie terenu i związane z tym kształt niwelety projektowanej drogi;

---

<sup>7</sup> Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 3 października 2005 r. w sprawie szczegółowych wymagań, jakim powinny odpowiadać dokumentacje hydrogeologiczne i geologiczno-inżynierskie (Dz U z 2005 r., nr 201, poz.1673) – rozdz. 3, § 12, ust. 1.

- ❑ rodzaj planowanych urządzeń technicznych ograniczających lub eliminujących możliwość przedostawania się zanieczyszczeń do gruntu i wód podziemnych;
- ❑ rodzaj i ilość zanieczyszczeń powstających w trakcie normalnej eksploatacji tras drogowych i tych mogących się pojawić w razie katastrof drogowych;
- ❑ rodzaj monitorowanego obiektu i charakter stwarzanego przez niego zagrożenia środowiska gruntowo-wodnego (tylko jezdnia, MOP-y, stacje paliw, węzły komunikacyjne, stawy infiltracyjne, zrzuty ścieków, inne).

Lokalizując otwory piezometryczne, należy starać się umieszczać je:

- ❑ możliwie blisko przewidywanego miejsca infiltracji zanieczyszczenia do gruntu;
- ❑ w pasie terenu należącym do zarządzającego drogą;
- ❑ w miejscach łatwo dostępnych;
- ❑ na kierunku odpływu do zidentyfikowanych obiektów ochrony (np. ujęcia wody).

Otwory powinny ujmować I-szy poziom wodonośny (ale nie wody zawieszona) i jedynie w szczególnych wypadkach poziomy głębsze.

Zakres oznaczeń powinien być maksymalnie zminimalizowany i dostosowany do rodzaju monitorowanych zanieczyszczeń. W każdym wypadku powinny być wykonywane oznaczenia w zakresie podstawowym obejmujące następujące wskaźniki: ChZT,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ , metale ciężkie (głównie Pb, Cd, Zn, Cr) i substancje ropopochodne (ekstrakt eterowy). W uzasadnionych wypadkach mogą być wykonywane dodatkowe oznaczenia, w tym zwłaszcza: WWA, BTEX, fenole.

W podsumowaniu niniejszego rozdziału zwraca się uwagę, że prowadzenie monitoringu środowiska wodnego obiektów drogowych (i innych wymienionych w dziale III ustawy – Prawo ochrony środowiska) nie podlega przepisom rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 11 lutego 2004 r. w sprawie określenia klasyfikacji dla prezentowania stanu wód powierzchniowych, wód podziemnych, sposobu prowadzenia monitoringu oraz sposobu interpretacji wyników i prezentacji stanu tych wód (Dz U z 2004 r., nr 32, poz. 284). Rozporządzenie to bowiem reguluje kwestie prowadzenia monitoringu krajowego w celu kształtowania strategii gospodarowania zasobami wodnymi i ich ochrony w wydzielonych rejonach wodnych, a nie zasady prowadzenia monitoringów lokalnych. Przedstawiając koncepcję monitoringu lokalnego, a następnie opracowując projekt monitoringu wód podziemnych w rejonie trasy drogowej należy kierować się ogólnymi wskazówkami zawartymi we wskazaniach metodycznych PIOŚ [Staniewicz-Dubois, 1995].

#### **4.3.4.5. Wyznaczanie odcinków problemowych do szczegółowego udokumentowania**

W zaproponowanej w niniejszym dwuetapowej procedurze dokumentowania warunków hydrogeologicznych w związku z projektowaniem inwestycji drogowych, dokumentacja ogólna jest opracowaniem podstawowym, które może być wystarczające do sporządzenia raportu o oddziaływaniu inwestycji na środowisko i wydania na jego podstawie decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach jej

realizacji. Ponieważ jednak dokumentacja ta ma być wykonywana głównie na podstawie materiałów archiwalnych i danych uzyskanych w czasie kartowania terenowego, może okazać się, że w niektórych miejscach doładność tak wykonanego rozpoznania warunków hydrogeologicznych może być daleko niewystarczająca do właściwego udokumentowania stanu zagrożenia wód podziemnych od strony planowanej inwestycji drogowej. Miejsca takie powinny być zidentyfikowane i scharakteryzowane w dokumentacji ogólnej z zaleceniem ich szczegółowego udokumentowania.

Odcinki problemowe mogą być wyznaczone ze względu na:

- ❑ słabe rozpoznanie warunków hydrogeologicznych w rejonach wymagających maksymalnie dobrego udokumentowania stopnia zagrożenia wód podziemnych od strony planowanej inwestycji drogowej; do rejonów takich można zaliczyć np.: strefy ochronne i obszary zasilania ważnych ujęć wód podziemnych, obszary ochronne głównych zbiorników wód podziemnych, obszary zasilania innych użytkowych poziomów wodonośnych o strategicznym znaczeniu dla zaopatrzenia ludności w wodę, wody powierzchniowe i ekosystemy wodne zależne od wód podziemnych;
- ❑ konieczność wyjaśnienia specyficznych kwestii i rozwiązania problemów niemożliwych do rozstrzygnięcia na podstawie zebranych informacji archiwalnych i kartowania terenowego, kwestii takich i miejsc problemowych może być wiele i trudno je wszystkie wymienić; może to być na przykład kwestia szczegółowego rozpoznania sposobu migracji zanieczyszczeń z rejonu planowanej inwestycji do pobliskiego ujęcia i rozstrzygnięcie, czy należy je likwidować, czy też wystarczy je monitorować i w jakim zakresie, może zaistnieć np. potrzeba szczegółowego rozpoznania zagrożenia ascensyjnego dopływu wód wgłębnych na skutek naruszenia warstwy naporowej czy też rozpoznania zagrożenia zniszczenia ekosystemów wodnych na skutek obniżenia zwierciadła wód gruntowych; zadaniem hydrogeologa opracowującego dokumentację ogólną jest zidentyfikowanie miejsc problemowych.

Identyfikując miejsca i odcinki problemowe do szczegółowego rozpoznania i udokumentowania, należy kierować się następującymi zasadami:

- ❑ szczegółowe dokumentowanie miejsc i odcinków problemowych zawsze będzie wiązało się z koniecznością wykonania często drogich prac geologicznych (wierceń, badań geofizycznych, laboratoryjnych, analiz modelowych, itd.) i stąd też ich wybór powinien być bardzo precyzyjnie uzasadniony;
- ❑ cele szczegółowego rozpoznania powinny być podane w sposób konkretny, precyzyjny i nie budzący wątpliwości co do swojej zasadności;
- ❑ zakres proponowanego wstępnie rozpoznania oraz metody badań powinny być również dobrze uzasadnione i dostosowane do specyfiki rozwiązywanego problemu;
- ❑ miejsca i odcinki proponowane do szczegółowego udokumentowania powinny być przestrzennie bardzo precyzyjnie określone i ograniczone do niezbędnego minimum; w szczególności nie można typować całych wielokilometrych

odcinków tylko ze względu na to, że znajdują się w granicach obszaru głównego zbiornika wód podziemnych (GZWP);

- typując odcinki problemowe należy brać pod uwagę nie tylko funkcję i znaczenie obszaru (np. obszar strefy ochronnej ujęcia, obszar głównego zbiornika wód podziemnych głównego zbiornika wód podziemnych, obszar zasilania ekosystemów wodnych itp.), ale również aktualny stan rozpoznania warunków hydrogeologicznych; w wielu wypadkach rozpoznanie to będzie wystarczające do wykonania wiarygodnych ocen i prognoz zagrożenia;
- propozycje badań szczegółowych powinny być nakierowane również na wyjaśnienie kwestii, które w przeszłości mogą stać się źródłem konfliktu pomiędzy zarządzającym trasą drogową i użytkownikami terenu w jej sąsiedztwie (np. zaniku wody w studni, jej zanieczyszczenia, obniżenia wód gruntowych).

Wyznaczanie odcinków i miejsc problemowych do szczegółowego udokumentowania wymaga od hydrogeologa – dokumentatora dużego doświadczenia, wyczucia i rozsądku. Niewłaściwe podejście do tego problemu może niepotrzebnie skomplikować cały proces ocen środowiskowych i narazić inwestora na niepotrzebne, dodatkowe koszty.

#### **4.4. ZASADY SPORZĄDZANIA SZCZEGÓŁOWEJ DOKUMENTACJI HYDROGEOLOGICZNEJ DLA ODCINKÓW PROBLEMOWYCH**

##### **4.4.1. PROJEKTOWANIE I WYKONYWANIE PRAC I BADAŃ HYDROGEOLOGICZNYCH**

###### **4.4.1.1. Wymagania formalne**

W procesie dokumentowania hydrogeologicznego realizowanego w ramach przygotowywania raportu o oddziaływaniu na środowisko planowanych przedsięwzięć drogowych, sporządzanie szczegółowych dokumentacji hydrogeologicznych tzw. odcinków problemowych stanowi drugi etap badań i może być realizowane dopiero po zakończeniu ogólnej dokumentacji hydrogeologicznej, w której to zostanie wskazana i uzasadniona potrzeba wykonania dodatkowego rozpoznania. Prace tego etapu można podzielić na trzy główne fazy:

- **Faza I:** Opracowanie projektu prac geologicznych i jego zatwierdzenie przez organ administracji geologicznej;
- **Faza II:** Realizacja zaprojektowanych prac terenowych i laboratoryjnych;
- **Faza III:** Opracowanie szczegółowej dokumentacji hydrogeologicznej.

Przedstawione dalej zalecenia i wytyczne metodyczne realizacji wymienionych prac uwzględniają szczególny charakter i wymagania dokumentowania hydrogeologicznego odcinków problemowych.

Sporządzanie szczegółowych dokumentacji określających warunki hydrogeologiczne dla odcinków problemowych z reguły będzie wiązało się z koniecznością wykonania robót geologicznych<sup>8</sup> i z tego względu, zgodnie z art. 32 ustawy – Prawo geologiczne i górnicze z 4 lutego 1994 r., może być ona wykonana tylko na podstawie wcześniej zatwierdzonego projektu prac geologicznych. Wymagania, jakie powinien spełniać taki projekt, są określone aktach prawnych:

- ustawa z dnia 4 lutego 1994 r. – Prawo geologiczne i górnicze (t. jedn.: Dz U z 2005 r., nr 228, poz. 1947), w której w ust.2 art.32 określono jedynie ogólne wymagania w sposób następujący:

*Projekt prac geologicznych powinien określać:*

- 1) *cel zamierzonych prac, sposób jego osiągnięcia wraz z określeniem rodzaju wymaganej dokumentacji geologicznej;*
  - 2) *harmonogram prac;*
  - 3) *przestrzeń, w obrębie której mają być wykonywane prace geologiczne;*
  - 4) *przedsięwzięcia konieczne ze względu na ochronę środowiska, w tym zwłaszcza wód podziemnych, oraz sposób likwidacji wyrobisk, otworów wiertniczych, rekultywacji gruntów i środki mające na celu zapobieżenie szkodom.*
- rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 19 grudnia 2001 r. w sprawie projektów prac geologicznych (Dz U z 2001 r., nr 153, poz. 1777), w którym określono szczegółowe wymagania dotyczące sporządzania tych projektów w następujący sposób:

§ 2.1. *Projekt prac geologicznych, zwany dalej „projektem”, składa się z części tekstowej i graficznej.*

2. *Część tekstowa projektu stanowi opis zamierzonych prac geologicznych i związanych z nimi robót geologicznych zawierający, w zależności od celu tych prac:*
  - 1) *informacje dotyczące lokalizacji projektowanych prac, w tym położenia administracyjnego,*
  - 2) *omówienie wyników przeprowadzonych wcześniej prac geologicznych i badań geofizycznych oraz wykaz wykorzystanych materiałów archiwalnych wraz z ich interpretacją oraz przedstawieniem na mapie geologicznej, w odpowiedniej skali, miejsc wykonania tych prac i badań,*
  - 3) *opis budowy geologicznej i warunków hydrogeologicznych w rejonie zamierzonych prac geologicznych wraz z przypuszczalnymi profilami geologicznymi projektowanych wyrobisk,*
  - 4) *przedstawienie możliwości osiągnięcia celu prac geologicznych zawierające:*
    - a) *opis i uzasadnienie liczby, lokalizacji i rodzaju projektowanych wyrobisk,*
    - b) *schematyczną konstrukcję otworów wiertniczych lub innych wyrobisk,*
    - c) *wskazówki dotyczące zamykania horyzontów wodonośnych,*
    - d) *sposób i termin likwidacji wyrobisk,*

---

<sup>8</sup> Termin użyty w rozumieniu art.6, pkt 3) ustawy z dnia 4 lutego 1994 r. – Prawo geologiczne i górnicze (t. jedn.: Dz U z 2005 r., nr 228, poz. 1947).

- e) charakterystyka i uzasadnienie zakresu oraz metod projektowanych badań geofizycznych i geochemicznych oraz ich lokalizacji,
  - f) określenie kolejności wykonywanych robót geologicznych,
  - g) opis opróbowania wyrobisk,
  - h) zakres obserwacji i badań terenowych, a w szczególności:
    - obserwacji poziomów i pomiarów przepływów wód,
    - próbnych pompowań,
    - pomiarów temperatury i ciśnienia w razie występowania gazu ziemnego, ropy naftowej lub wód,
    - badań i pomiarów specjalnych,
  - i) wyszczególnienie niezbędnych prac geodezyjnych,
  - j) zakres badań laboratoryjnych,
  - k) wielkość dopływu wód do wyrobiska lub jego poszczególnych poziomów eksploatacyjnych,
  - l) jakość odpompowywanej wody z wyrobiska,
  - m) sposób odwadniania i odprowadzania odpompowywanej wody z wyrobiska,
- 5) określenie próbek geologicznych podlegających przekazaniu właściwemu organowi administracji geologicznej, wraz ze wskazaniem sposobu i terminu ich przekazania,
- 6) określenie harmonogramu projektowanych prac geologicznych, w tym terminów rozpoczęcia i zakończenia tych prac.
3. Część graficzna projektu zawiera:
- 1) mapę topograficzną w skali co najmniej 1:100 000 z zaznaczeniem terenu projektowanych prac geologicznych i usytuowania ich w stosunku do miejscowości będącej siedzibą gminy lub punktów geodezyjnych, a w zależności od celu prac – mapę geologiczną, hydrogeologiczną, geologiczno-inżynierską, geofizyczną oraz przekrój geologiczny, jeżeli takie dokumenty zostały już sporządzone,
  - 2) wskazanie lokalizacji obszaru i miejsc projektowanych prac geologicznych oraz wyrobisk na mapie sytuacyjno-wysokościowej i geologicznej w odpowiednio dobranej skali, nie mniejszej niż 1:50 000 oraz na przekrojach koncepcyjnych.
4. Na mapie sytuacyjno-wysokościowej, o której mowa w ust. 3 pkt 2, zaznacza się przebieg linii energetycznych, telekomunikacyjnych, gazociągów i innych obiektów, ograniczających wykonywanie prac geologicznych.
5. Przy sporządzaniu map dla projektów stosuje się ogólnie przyjęte dla map normy, oznaczenia i symbole.
- § 3.1. Jeżeli osiągnięcie zamierzonego celu prac geologicznych wymaga prowadzenia robót geologicznych w kilku etapach, w projekcie szczegółowo określa się rodzaje, zakres i harmonogram prac geologicznych oraz lokalizację robót geologicznych dla etapu pierwszego oraz wstępnie dla etapów kolejnych.
2. Przed podjęciem kolejnego etapu prac geologicznych sporządza się aneks do



*projektu, który zatwierdza właściwy organ administracji geologicznej w przypadkach, w których jest to wymagane.*

3. *Aneks do projektu, o którym mowa w ust.2, zawiera podsumowanie wyników prac geologicznych uzyskanych w poprzednim etapie oraz szczegółowe określenie rodzaju, zakresu i harmonogramu prac geologicznych, które mają być prowadzone w kolejnym etapie.*
4. *Projekt sporządzany w związku z wykonywaniem prac geologicznych wymagających uzyskania koncesji określa przedsięwzięcia niezbędne do realizacji planowanej działalności objętej koncesją.*
- § 4. *Projekt sporządzany w związku z wykonywaniem prac geologicznych, do których nie stosuje się przepisów o planach ruchu zakładu górniczego, zawiera, w zależności od zakresu robót geologicznych przewidzianych do wykonania w tym projekcie, opis przedsięwzięć technicznych, technologicznych i organizacyjnych, mających na celu zapewnienie bezpieczeństwa powszechnego, bezpieczeństwa pracy i ochronę środowiska.*
- § 5.1. *Projekt podpisuje osoba posiadająca stwierdzone odpowiednie kwalifikacje do wykonywania, dozorowania i kierowania pracami geologicznymi.*
2. *Projekt sporządzany w związku z wykonywaniem prac geologicznych, których wykonywanie nie wymaga uzyskania koncesji, przedkłada do zatwierdzenia właściwemu organowi administracji geologicznej podmiot, który sfinansował wykonanie tego projektu. Projekt przedkłada się w czterech egzemplarzach.*

Przedstawione w tym podrozdziale wymagania dotyczące treści i formy projektu prac geologicznych mają charakter ogólny i nie uwzględniają specyfiki zadania geologicznego, które ma być rozwiązane, na podstawie zaprojektowanego zakresu prac. Specyfika ta jest ściśle związana z typem dokumentacji końcowej i dodatkowo z rodzajem i charakterem dokumentowanego obszaru lub obiektu.

#### **4.4.1.2. Zawartość i forma projektu**

Zgodnie z zapisem sformułowanym w ust. 1 § 2 przytoczonego wyżej rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 19 grudnia 2001 r., każdy projekt prac geologicznych składa się z części tekstowej i graficznej. W projektach przygotowywanych w celu szczegółowego rozpoznania warunków hydrogeologicznych odcinków i miejsc newralgicznych inwestycji drogowych można pominąć zagadnienia szczegółowo scharakteryzowane wcześniej w dokumentacji ogólnej. Pamiętając, że dokumentacja szczegółowa ma stanowić tylko uzupełnienie dokumentacji ogólnej w zakresie bardzo precyzyjnie wyselekcjonowanych problemów badawczych, forma projektu powinna być maksymalnie uproszczona i skoncentrowana jedynie na opisie projektowanych prac.

**Część tekstowa.** Ta część projektu powinna zawierać następujące elementy:

- wstęp,
- ogólna charakterystyka obszaru projektowanych badań (wytypowanych odcinków problemowych),

- projektowany zakres i metodyka prac geologicznych (właściwy projekt prac geologicznych),
- zestawienie zbiorcze i harmonogram wykonania projektowanych prac,
- podsumowanie.

**Wstęp.** We wstępie należy zamieścić jedynie najważniejsze informacje ogólne dotyczące:

- zlecenia, zleceniodawcy, planowanej inwestycji, podstawy formalnej opracowania projektu;
- celu i zakresu projektowanych prac;
- lokalizacji obszaru badań (miejsc i odcinków problemowych), w tym położenia administracyjnego.

**Ogólna charakterystyka obszaru projektowanych badań.** W rozdziale tym należy zamieścić w formie skrótowej najważniejsze informacje dotyczące odcinków/miejsc problemowych, szczegółowo opisanych w dokumentacji ogólnej. Należy wyjaśnić dlaczego miejsca te zostały wytypowane do szczegółowego udokumentowania, co chcemy rozpoznać i wyjaśnić oraz jakie są braki rozpoznania. Szczególną uwagę należy zwrócić na charakterystykę zagrożenia środowiska gruntowo-wodnego w tych rejonach, opisując podatność wód podziemnych na zanieczyszczenie, potencjalne ogniska zanieczyszczeń oraz obiekty zagrożone (ujęcia wody, ekosystemy wodne itp.). Charakterystykę warunków geologicznych i hydrogeologicznych należy przedstawić w zakresie niezbędnym w projektowanych pracach rozpoznawczych, zaznaczając, że charakterystyka szczegółowa jest zamieszczona w dokumentacji ogólnej. Opisywane miejsca problemowe należy przedstawić na tle całej planowanej inwestycji drogowej i w odniesieniu do jednostek administracyjnych.

**Projektowany zakres i metodyka prac geologicznych.** Rozdział ten stanowi zasadniczą część całego opracowania projektowego. W sposób konkretny i precyzyjny należy w nim określić cele oraz zakres i metodykę projektowanych prac geologicznych i związanych z nimi robót geologicznych. Dobór metod badawczych oraz zakres projektowanych prac będzie zależał od wyznaczonych celów badawczych. Przy sporządzaniu szczegółowych dokumentacji określających warunki hydrogeologiczne odcinków problemowych cel ten będzie sprowadzał się głównie do rozpoznania warunków gruntowo-wodnych w podłożu planowanej drogi, do głębokości występowania stropu I-go poziomu użytkowego wód podziemnych. Drugim podstawowym celem prac dokumentacyjnych będzie ustalenie „stanu zerowego” jakości wód podziemnych w bezpośrednim sąsiedztwie przebiegu trasy drogowej.

W dalszej części tego podrozdziału przedstawiono podstawowe zasady projektowania prac terenowych i laboratoryjnych, mających na celu szczegółowe udokumentowanie warunków hydrogeologicznych odcinków problemowych. Zrezygnowano z podawania szczegółowych procedur postępowania i wymagań, jakie

należy spełniać, projektując i wykonując opisywane niżej prace, uznając że informacje na ten temat można znaleźć w licznych, wydanych do tej pory, poradnikach i instrukcjach. Ograniczono się jedynie do spraw najważniejszych i specyficznych dla opisywanego zadania geologicznego.

**Określenie celu projektowanych prac.** Celem głównym ogólnym, projektowanych prac geologicznych jest maksymalnie szczegółowe udokumentowanie warunków hydrogeologicznych w rejonie projektowanej trasy drogowej, pozwalające na ocenę jej możliwego oddziaływania na stan wód podziemnych. Realizacja celu głównego będzie wymagała wykonania dodatkowych badań terenowych i laboratoryjnych w celu wyjaśnienia różnych problemów szczegółowych, zidentyfikowanych na podstawie analizy zebranych materiałów archiwalnych i tych zebranych w trakcie kartowania terenowego.

Cele szczegółowe projektowanych badań muszą być dostosowane do specyfiki obszaru badań i zidentyfikowanych problemów. Ich uzasadnienie musi być precyzyjne i jednoznaczne. Przy formułowaniu celów szczegółowych projektowanych badań szczególną uwagę należy zwrócić na rozpoznanie i ocenę zagrożenia:

- ujęć wód zbiorowego zaopatrzenia ludności w wodę do picia;
- indywidualnych studni kopanych i wierconych użytkowanych do celów pitnych;
- I-go poziomu wodonośnego, nawet jeśli nie wszędzie ma on użytkowy charakter;
- użytkowych poziomów wodonośnych, także poza obszarami zasilania ujęć;
- głównych zbiorników wód podziemnych (GZWP);
- ekosystemów lądowych zależnych od wód podziemnych;
- ekologicznych obszarów chronionych, w tym w szczególności rezerwatów przyrodniczych i obszarów NATURA 2000.

Celem prac powinno być w szczególności uszczegółowienie rozpoznania:

- kierunków i prędkości przepływu wód w analizowanych poziomach wodonośnych od linii projektowanej drogi w dół strumienia (szczegółowe rozpoznanie powierzchni piezometrycznych);
- naturalnej podatności na zanieczyszczenie I-go poziomu wodonośnego w podłożu projektowanej drogi (rozpoznanie profilu litologicznego nadkładu, miąższości strefy aeracji, głębokości do zwierciadła wody);
- naturalnej podatności na zanieczyszczenie głównego poziomu użytkowego (jeśli nie jest nim poziom I-szy) w podłożu projektowanej drogi (rozpoznanie profilu litologicznego nadkładu, miąższość i rodzaj osadów izolujących, głębokość do stropu, głębokość ustalonego zwierciadła wody);
- stanu jakościowego wód podziemnych I-go poziomu wodonośnego i poziomów użytkowych w bezpośrednim sąsiedztwie projektowanej drogi (ustalenie tzw. „stanu zerowego”);
- charakteru kontaktu wód podziemnych i powierzchniowych w miejscach gdzie może to być istotne dla ochrony ujęć wód lub ekosystemów zależnych od wód podziemnych;

- ❑ charakteru kontaktu I-go poziomu wodonośnego (bezpośrednio narażonego na zanieczyszczenie) z głębiej zalegającymi poziomami użytkowymi, w tym szczególnie z poziomami głównych zbiorników wód podziemnych (GZWP).

**Projektowany zakres i metodyka badań.** Projektując badania geologiczne mające na celu uszczegółowienie rozpoznania warunków hydrogeologicznych w wytypowanych miejscach problemowych lokalizacji planowanej drogi, należy brać pod uwagę z jednej strony koszty tych prac, a z drugiej ich planowany efekt ekologiczny. Należy unikać proponowania drogich prac badawczych, których wyniki mogą być wątpliwe lub mało istotne ze względu na osiągnięcie zakładanych celów.

Projektując prace geologiczne, trzeba przestrzegać następujących zasad ogólnych:

- ❑ zakres i metodyka projektowanych badań muszą być dostosowane do stanu istniejącego rozpoznania oraz zakładanych celów badawczych;
- ❑ projektując prace wiertnicze, geofizyczne, pobór wód z otworów studziennych, należy sprawdzić w terenie sytuację własnościową terenu projektowanych badań oraz stan techniczny otworów wytypowanych do opróbowania;
- ❑ uzasadnienie lokalizacji, zakresu i metodyki projektowanych prac musi być precyzyjne i nie budzące wątpliwości; inwestor musi wiedzieć za co płaci i jaki będzie dokładnie efekt prac;
- ❑ zakres i metodyka projektowanych prac muszą być podane precyzyjnie i konkretnie w sensie ilościowym; jest to konieczne dla właściwego przygotowania specyfikacji przetargowej.

Zakres projektowanych prac przeważnie będzie obejmował:

- ❑ prace terenowe
  - prace wiertnicze z badaniami pomiarami towarzyszącymi,
  - badanie geofizyczne,
  - pobór prób wody do badań laboratoryjnych,
  - inne prace w zależności od specyfikacji obszaru i ustalonych celów badawczych;
- ❑ prace laboratoryjne
  - analizy fizykochemiczne pobranych prób wody,
  - analizy izotopowe prób wody,
  - analizy granulometryczne próbek gruntu;
- ❑ prace kameralne
  - metodyka i zakres prac kameralnych (obliczeń i analiz),
  - rodzaj i sposób przygotowania załączników graficznych.

Terenowe kartowanie hydrogeologiczne i sozologiczne nie jest już potrzebne, ponieważ powinno być wykonane na etapie sporządzania ogólnej dokumentacji hydrogeologicznej.

**Zestawienie zbiorcze i harmonogram wykonania projektowanych prac.** Po szczegółowym przedstawieniu zakresu i sposobu wykonania projektowanych prac geologicznych, należy je zestawić w punktach, ustalając jednocześnie ramowy harmonogram ich realizacji. Jeśli wykonanie projektowanych prac ma się odbywać etapami, etapy te powinny być wyraźnie wyszczególnione. Takie skrótowe zestawienie ułatwi inwestorowi zaplanowanie prac i przygotowanie specyfikacji przetargowej.

W zestawieniu zbiorczym w projekcie nie należy zamieszczać kosztorysu projektowanych prac geologicznych. Szacunkowa wycena prac powinna być jednak przygotowana dla inwestora, aby na jej podstawie mógł przygotować „ślepy kosztorys” do specyfikacji przetargowej. Przedstawiana wycena powinna zawierać wszystkie istotne pozycje związane z realizacją projektowanych prac z podaniem jednostki kalkulacyjnej, jej ceny i ilości.

**Podsumowanie.** W podsumowaniu projektu należy krótko i w punktach zestawić najważniejsze sprawy opisane w projekcie, a dotyczące przede wszystkim braków rozpoznania, zagrożeń wód podziemnych oraz projektowanego zakresu prac geologicznych wraz z ich uzasadnieniem. Podsumowanie powinno być przygotowane tak, aby bez zapoznawania się ze szczegółami projektu, można było wyrobić sobie pogląd co do zakresu projektowanych prac i potrzeby ich wykonania. Powinno się w nim unikać sformułowań specjalistycznych, niezrozumiałych dla przeciętnego odbiorcy.

**Część graficzna.** Stosując się do ogólnych zaleceń i wymagań sformułowanych w rozporządzeniu Ministra Środowiska z 19 grudnia 2001 r. oraz uwzględniając specyfikę projektowania prac geologicznych do szczegółowego rozpoznania warunków hydrogeologicznych odcinków problemowych, część graficzna projektu powinna zawierać co najmniej następujące, główne załączniki:

- ❑ mapę przeglądową lokalizacji projektowanych prac geologicznych, w skali co najmniej 1:100 000, na podkładzie topograficznym; powinna ona zawierać co najmniej następujące elementy:
  - trasę projektowanej inwestycji drogowej,
  - odcinki i miejsca problemowe wytypowane do szczegółowego udokumentowania,
  - granice i siedziby jednostek administracyjnych;
- ❑ mapę dokumentacyjną projektowanych prac geologicznych, w skali co najmniej 1:25 000, przygotowaną na kolorowym podkładzie topograficznym; oprócz wymienionych wyżej elementów na mapie tej należy zaznaczyć:
  - lokalizację projektowanych prac terenowych (wierceń, punktów poboru prób wody, badań geofizycznych, pomiarów geodezyjnych);
  - lokalizację punktów i obszarów dotychczasowego rozpoznania hydrogeologicznego (archiwalne otwory wiertnicze, otwory studzienne posiadające analizy wód nie starsze niż 5 lat, ciągi badań geofizycznych, inne);
  - obiekty ochrony (ujęcia wód zbiorowego zaopatrzenia ludności, studnie prywatne, zbiorniki wód powierzchniowych);

- granice obszarów ochronnych (strefy ochronne ujęć, obszary ochronne głównych zbiorników wód podziemnych, rezerwaty, obszary NATURA 2000);
- zidentyfikowane ogniska zanieczyszczeń (na podstawie kartowania sozologicznego);
- mapę warunków hydrogeologicznych rejonu(ów) lokalizacji projektowanych badań, w skali co najmniej 1:25 000, na podkładzie topograficznym w odcieniach szarości z naniesioną hydrografią w formie wektorowej warstwy informacyjnej; oprócz elementów wymienionych wyżej elementów mapy przeglądowej, mapa warunków hydrogeologicznych powinna zawierać co najmniej następujące elementy:
  - hydroizohipsy I-go od powierzchni terenu poziomu wodonośnego;
  - hydroizohipsy głównego użytkowego poziomu wodonośnego, jeśli nie jest nim poziom I-szy;
  - kierunki przepływu wód w obu wymienionych wyżej poziomach;
  - odporność wód podziemnych I-go poziomu wodonośnego na zanieczyszczenie wzdłuż trasy planowanej drogi i w jej sąsiedztwie (na podstawie ustaleń dokumentacji ogólnej);
  - granice stref ochrony pośredniej i obszary spływu wód (OSW) wyznaczone dla ujęć wód podziemnych;
- mapy sytuacyjno-wysokościowe lokalizacji projektowanych otworów wiertniczych z zaznaczeniem infrastruktury podziemnej i nadziemnej mogącej ograniczać możliwości wykonania prac wiertniczych;
- koncepcyjne przekroje hydrogeologiczne wzdłuż linii projektowanych ciągów geofizycznych.

#### **4.4.1.3. Zasady projektowania i wykonywania prac wiertniczych**

W podrozdziale tym przedstawiono szczegółowe zasady i wymagania dotyczące projektowania i wykonywania prac wiertniczych i geofizycznych w celu szczegółowego rozpoznania warunków hydrogeologicznych w rejonach problemowych. Zasady pobierania próbek wód podziemnych do analiz oraz zasady wykonywania oznaczeń laboratoryjnych zostały opisane już wcześniej, w podrozdziale 4.3.2.

Prace wiertnicze są podstawową metodą umożliwiającą uzyskanie precyzyjnych informacji punktowych o budowie geologicznej i warunkach występowania wód podziemnych w podłożu projektowanego obiektu drogowego. Są one niezbędne dla oceny zagrożenia, jakie inwestycja ta może stwarzać dla jakości wód podziemnych. Opis projektowanych robót wiertniczych, zamieszczony w projekcie prac geologicznych, powinien zawierać m.in. następujące elementy:

- cel wykonania prac wiertniczych i osobno poszczególnych otworów;
- rodzaj, ilość i głębokość projektowanych otworów;
- lokalizacja ogólna projektowanych otworów na mapie topograficznej w skali nie mniejszej niż 1:25 000;

- ❑ lokalizacja szczegółowa projektowanych otworów na mapach sytuacyjno-wysokościowych w skali nie mniejszej niż 1:5000 (jeśli są dostępne);
- ❑ informacje ogólne na temat sposobu wykonania i konstrukcji technicznej projektowanych otworów;
- ❑ informacje na temat dostępności terenu, możliwości wykonania otworu w proponowanym miejscu, możliwych utrudnień i kłopotów;
- ❑ sformułowanie ogólnych wymagań dotyczących sposobu prowadzenia prac wiertniczych, wynikających z obowiązujących przepisów oraz zasad sztuki wiertniczej (sprawa dozoru prac wiertniczych, postępowania z urobkiem, zrzutu pompowanych wód, zachowania przepisów bhp i inne);
- ❑ wyszczególnienie zakresu prac geodezyjnych (niwelacji i lokalizacji otworów);
- ❑ określenie zakresu badań i obserwacji w otworach;
- ❑ ocena wpływu projektowanych prac wiertniczych na środowisko.

Do części opisowej należy dołączyć projekty geologiczno-techniczne poszczególnych otworów, przygotowane w formie załączników graficznych, zawierających co najmniej następujące informacje:

- ❑ rodzaj i numer otworu;
- ❑ dane o obiekcie, zamawiającym i wykonawcy;
- ❑ technika wiercenia i typ urządzenia wiertniczego;
- ❑ przewidywany profil geologiczny ze wskazaniem warstw wodonośnych oraz nawierconych i ustalonych zwierciadeł wód podziemnych;
- ❑ projektowany profil techniczny otworu (sposób zarurowania i zafiltrowania);
- ❑ sposób zamykania poziomów wodonośnych;
- ❑ sposób likwidacji otworu;
- ❑ projektowany zakres badań (głębokość pobrania prób gruntu i wód do badań laboratoryjnych).

**Cel prac wiertniczych.** Celem projektowanych prac wiertniczych powinno być przede wszystkim rozpoznanie warunków gruntowo-wodnych w podłożu planowanej drogi, w tym w szczególności uzyskanie dokładnych informacji dotyczących:

- ❑ miąższości i litologii strefy aeracji,
- ❑ miąższości i rodzaju osadów słabo przepuszczalnych w nadkładzie analizowanego poziomu wodonośnego (głównego użytkowego, poziomu głównego zbiornika wód podziemnych),
- ❑ głębokości występowania nawierconych i ustalonych zwierciadeł wód podziemnych;
- ❑ jakości wód podziemnych.

Cel prac wiertniczych musi być ściśle związany z charakterem i celem głównym dokumentacji.

**Rodzaj projektowanych otworów.** Otwory badawcze projektowane na potrzeby opracowania dokumentacji warunków hydrogeologicznych powinny być likwidowane natychmiast po rozpoznaniu profilu wiertniczego, wykonaniu

pomiarów i badań w otworze i ewentualnie pobraniu próby wody. Jest to zasada ogólna, od której w szczególnych wypadkach można odstąpić, projektując na przykład stały otwór obserwacyjny (piezometr). Warunkiem zaprojektowania takiego otworu powinno być wcześniejsze wyjaśnienie kwestii własnościowych terenu, jego lokalizacji oraz ustalenie, kto miałby przejąć na własność taki otwór i na jakich warunkach.

Ogólną zasadą powinno być jednak, że ewentualne otwory monitoringowe proponuje się po wykonaniu szczegółowego rozpoznania geologicznego oraz rodzaju, lokalizacji i stopnia zagrożeń wód podziemnych. Należy pamiętać, że zarządzający eksploatacją drogi przeważnie nie będzie zainteresowany przejęciem otworów monitoringowych ani też nie będzie chciał finansować badań, tym bardziej, że nie ma przepisów, które by go do tego zobowiązywały.

**Liczba, lokalizacja i głębokość otworów.** Aby cel prac wiertniczych został w pełni zrealizowany, a koszt ich realizacji był optymalny, liczba, głębokość i lokalizacja projektowanych otworów badawczych wzdłuż trasy planowanej inwestycji drogowej powinny być dostosowane do stanu istniejącego rozpoznania i stopnia skomplikowania budowy geologicznej. Na ogół otwory będą projektowane w linii projektowanej drogi w miejscach wytypowanych jako problemowe. Czasem może jednak zaistnieć potrzeba wykonania wierceń badawczych także poza tymi miejscami i poza linią projektowanej drogi, np. na odpływie wód podziemnych w kierunku obiektów wymagających szczególnej ochrony (zagrożone ujęcia wody, siedliska wodne zależne od wód podziemnych i inne) lub też w rejonach nie rozpoznanych, a istotnych z punktu widzenia ochrony zasobów wód podziemnych.

Projektując prace wiertnicze, nie można kierować się sztywnymi regułami ani automatyzmem. Należy pamiętać o przestrzeganiu następujących zasad:

- ❑ nie można lokalizować otworów w sposób mechaniczny, w równych odstępach wzdłuż trasy projektowanej drogi, nie jest to ani potrzebne, ani uzasadnione; należy się kierować głównie stopniem dotychczasowego rozpoznania i stopniem skomplikowania budowy geologicznej;
- ❑ w odniesieniu do każdego otworu powinien być ściśle określony cel jego wykonania, a lokalizacja otworu powinna być bardzo dokładnie uzasadniona; cele te mogą się przecież różnić, co będzie wpływało na sposób wykonania otworów i zakres przewidzianych dla nich badań;
- ❑ nie należy projektować wszystkich otworów badawczych o jednakowej głębokości, ale dostosować w każdym wypadku do celu wiercenia i spodziewanych warunków geologicznych; najczęściej, do oceny naturalnej podatności wód podziemnych na zanieczyszczenie w podłożu obiektu drogowego czy też pobrania prób wody z I-go poziomu wodonośnego, wystarczą otwory o głębokości nie przekraczającej 30 m;
- ❑ jeżeli w projekcie przewiduje się wykonanie badań geofizycznych, przynajmniej niektóre z projektowanych otworów należy zlokalizować wzdłuż ciągów planowanych pomiarów w celu uzyskania danych do interpretacji krzywych geoelektrycznych;



- każdorazowo należy sprawdzić możliwość wykonania otworu w planowanym miejscu; rozpoznania wymagają kwestie własności terenu, możliwość dojazdu sprzętu wiertniczego, ograniczenia wynikające z istniejącej zabudowy terenu (infrastruktury powierzchniowej i podziemnej), istnienia obszarów chronionych i obszarów specjalnych (np. tereny wojskowe, obszary górnicze) oraz z zapisów w planach zagospodarowania przestrzennego.

Idealnym rozwiązaniem przy projektowaniu otworów w pasie projektowanej drogi byłoby wcześniejsze uzgodnienie z inwestorem ich liczby, głębokości i lokalizacji. Rozwiązanie takie byłoby najbardziej racjonalne z ekonomicznego i ekologicznego punktu widzenia. Przy budowie autostrad, w celu opracowania projektu budowlanego wykonywana jest ogromna liczba otworów geotechnicznych (wierceń i sond) o różnej głębokości sięgającej nawet 30 m (patrz projekt autostrady A-2 w rozdz.5.1). Część z nich, tych najgłębszych, mogłaby być wykonana na etapie sporządzania dokumentacji hydrogeologicznej. Dzięki takiemu podejściu rozpoznanie warunków gruntowo-wodnych w podłożu autostrady byłoby bardzo dokładne, umożliwiając wiarygodną ocenę zagrożenia wód podziemnych. Sytuację tą bardzo dobrze ilustrują przykłady dokumentacji (rozdz. 5). Ocena zagrożenia wód podziemnych w podłożu odcinka autostrady A-2 w rejonie Łodzi jest bardzo szczegółowa i wiarygodna, ponieważ została oparta głównie na bardzo dobrym rozpoznaniu za pomocą licznych otworów geotechnicznych. Wykonana ocena zagrożenia wód podziemnych w pozostałych udokumentowanych odcinkach autostrad, będących dopiero w fazie projektowej i nie mających jeszcze wykonanych szczegółowych dokumentacji geologiczno-inżynierskich, ma jedynie przybliżony charakter.

Projektowanie otworów poza pasem autostrady powinno mieć miejsce jedynie w wyjątkowych sytuacjach i każdorazowo powinno być bardzo szczegółowo uzasadnione. Należy sobie zdawać sprawę, że projekt prac geologicznych, a następnie prace dokumentacyjne, będą wykonywane przeważnie na zlecenie inwestora autostrady, który nie będzie chciał finansować drogiej badań na terenie nienależącym do niego. Trudno będzie od niego wyegzekwować inny sposób podejścia tak długo jak nie udowodni się, że inwestycja przez niego realizowana realnie zagraża wodom podziemnym w miejscu projektowanych wierceń. W sytuacji, w której prace projektowe, a następnie dokumentacyjne, byłyby wykonywane na zlecenie jednostek administracji terenowej lub centralnej, sytuacja może wyglądać inaczej.

**Technologia wykonywania otworów badawczych i obserwacyjnych.** O wyborze techniki wiercenia i doborze urządzenia wiertniczego decydują parametry techniczne projektowanych otworów, przewidywane warunki geologiczne, zakres projektowanych badań i funkcja otworu. Jest wiele technik i urządzeń, które mogą być wykorzystane do wykonywania otworów badawczych potrzebnych do sporządzenia dokumentacji hydrogeologicznych rejonów lokalizacji autostrad. Celem niniejszego poradnika nie jest jednak szczegółowe ich opisywanie, a jedynie wskazanie ogólnych wymagań, jakie muszą być zachowane przy wykonywaniu

otworów badawczych dotyczących tego typu opracowań oraz wskazanie najlepszych dostępnych technik. Są to następujące wymagania, podyktowane specyficznymi potrzebami realizowanego zadania geologicznego:

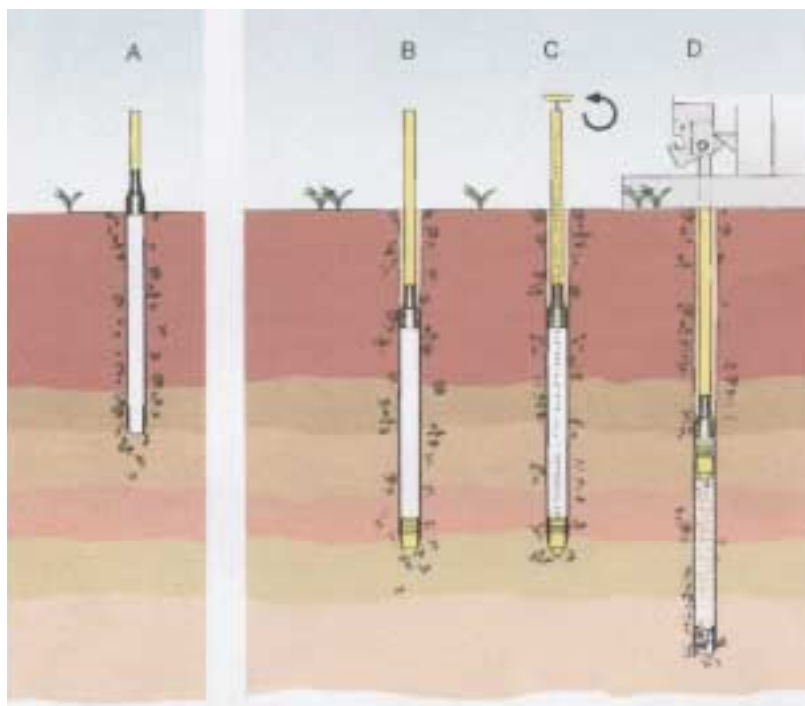
- ❑ ze względu na charakter i cel otworów badawczych i obserwacyjnych ich średnica nie powinna przekraczać 100 mm;
- ❑ sposób wykonania otworu badawczego musi gwarantować pełne rozpoznanie profilu litologicznego; w razie wiercenia otworów w luźnych osadach, z którymi najczęściej będziemy mieli do czynienia, należy wykluczyć techniki obrotowe na płuczkę wodną lub powietrzną;
- ❑ sposób wykonania otworu powinien gwarantować pobranie prób wody z I-go poziomu wodonośnego oraz z poziomu głębszego, będącego przedmiotem dokumentowania (np. główny poziom użytkowy, poziom głównego zbiornika wód podziemnych); konieczne jest w tym wypadku szczelne odizolowanie obu poziomów i niedopuszczenie do wymieszania się wód;
- ❑ w projektowanych otworach na ogół nie będą prowadzone pompowania pomiarowe, ponieważ celem zadania nie jest szczegółowa ocena parametrów filtracyjnych nawierconych warstw wodonośnych;
- ❑ sposób wykonania otworu musi gwarantować możliwość wykonania w nim pomiarów ustalonego zwierciadła wody we wszystkich nawierconych poziomach wodonośnych;
- ❑ po wykonaniu rozpoznania przewidzianego w projekcie otwory badawcze należy zlikwidować, zgodnie z obowiązującymi w tym zakresie przepisami i zasadami.

**Wykonywanie odwiertów w skałach luźnych.** Prace wiertnicze realizowane w związku z budową obiektów drogowych na ogół będą wykonywane w osadach luźnych. W takich warunkach otwory badawcze mogą być wykonywane, z zachowaniem wymienionych wyżej wymagań, za pomocą typowych technik wiertniczych (z wyłączeniem wierceń obrotowych z płuczką). W większości wypadków znacznie efektywniejsza i tańsza może być jednak technologia sondowań geologicznych z zastosowaniem urządzeń samojezdnych. Na rynku jest już wiele firm, które oferują tego typu badania za pomocą urządzeń różnych producentów. Typowym i najbardziej znanym jest urządzenie produkcji amerykańskiej, o nazwie Geoprobe lub zmodernizowana jego wersja Powerprobe. Technika sondowań geologicznych za pomocą nowoczesnych urządzeń samojezdnych może być uznana za najlepszą dostępną technologię (BAT – ang. best available technique) wykonywania badań geologicznych w związku z budową autostrad, i jako taka powinna być znacznie powszechniej stosowana niż do tej pory. Oto krótki opis możliwości badawczych tego urządzenia.

POWER PROBE model 9630 PTO jest samobiezną sondą geologiczną zamontowaną na samochodzie terenowym FORD F-450 4WD. Sonda ta została zaprojektowana i zbudowana jako uniwersalne urządzenie do prowadzenia prac w zakresie ochrony środowiska oraz badań geotechnicznych. Podstawową metodą wierceń

w celu poboru prób gruntu, wody gruntowej i powietrza gruntowego jest metoda udarowa, która polega na wbijaniu w grunt odpowiedniego próbnika. Zasięg głębokościowy sondy wynosi generalnie 25 m, ale maksymalnie może sięgnąć nawet 40 m. Opisywany model umożliwia także wykonywanie wierceń okrężnych – sznkiem – co pozwala na zabudowę stałych otworów obserwacyjnych lub studni o średnicy wewnętrznej do 80 mm do głębokości 15 metrów.

**Pobieranie prób gruntu.** Próbki gruntu można pobierać w sposób ciągły wzdłuż całego profilu sondowania lub tylko z wybranych głębokości. Próbnik składa się z metalowej rury o długości 60 lub 120 cm o średnicy wewnętrznej 27 lub 44 mm, z nakręconymi z obu stron końcówkami powodującymi, że jest on całkowicie szczelny w trakcie wciskania w ziemię. Po wprowadzeniu próbnika na odpowiednią głębokość zostaje on otwarty, a następnie wbity w głąb gruntu, który wypełnia plastikową tubę znajdującą się wewnątrz próbnika. Po wyciągnięciu próbnika na powierzchnię tubę wypełnioną glebą zastępuje się nową, pustą tubą i próbnik jest gotowy do dalszego użytku. Wielkość próbnika dobiera się w zależności od tego, jaka ilość gruntu jest potrzebna do analizy. Z mniejszego próbnika uzyskuje się 60 cm rdzenia o masie około 600 g, a z większego – 120 cm rdzenia o masie ponad 3000 g.



**Rys. 9.** Schemat pobierania prób gruntu. Fazy pobierania próbki gruntu: A – otwór po pierwszej próbie, B – wbijanie uzbrojonego próbnika w ziemię, C – otwieranie próbnika, D – pobieranie próbki

Próbniki do gruntu pozwalają także na bardzo dokładne, ciągłe profilowanie otworu. W razie potrzeby hermetycznie zamknięte, plastikowe i przezroczyste tuby mogą być przewiezione do laboratorium i tam szczegółowo opisane i przebadane.

*Pobieranie próbek wody.* Próbnik do pobierania wody gruntowej składa się z metalowej rury osłonowej (ekranu) o średnicy 2,5 cm oraz wewnętrznej perforowanej rury metalowej (filtra). Średnica szczelin w filtrze wynosi 0,145 mm, a długość próbника 60 lub 120 cm. W czasie wprowadzania próbника w głąb ziemi jest on zamknięty i całkowicie szczelny. Po osiągnięciu pożądanej głębokości, ekran jest podciągany do góry o około 60 cm. Wtedy można dokonać pomiaru poziomu wody gruntowej i pobrać jej próbkę węžem plastikowym o średnicy 9,5 mm wprowadzonym do wewnątrz rur osłonowych i podłączonym na powierzchni do specjalnej pompki. Wprowadzenie próbника na głębokość np. 10 m, przepompowanie otworu i pobranie próbki wody o objętości kilku litrów zajmuje nie więcej niż pół godziny. Woda z otworu wlewana jest bezpośrednio do naczyń laboratoryjnych bez kontaktu z powietrzem.

*Szybkie instalowanie piezometrów.* Sonda umożliwia szybkie wykonanie sieci monitoringu środowiska w celu badania zmian zwierciadła i jakości wody gruntowej oraz jakości powietrza gruntowego. W czasie wykonywania piezometru otwór jest całkowicie szczelny, a warstwy przewiercane pozostają nienaruszone (nie ma możliwości połączenia dwóch poziomów wodonośnych). Na stałe pozostaje w ziemi konstrukcja zbudowana z rur z utwardzonego PCV, z filtrem szczelinowym. Filtr jest otoczony obsypką ze szklanych granulek lub przesianego żwirku o odpowiednio dobranej wielkości ziaren. Część piezometru wystająca ponad powierzchnię terenu zabezpieczona jest stalową rurą osłonową z zamknięciem. Średnica otworu do badań powietrza gruntowego wynosi około 10 mm (część plastikowa tkwiąca w ziemi), piezometr natomiast do badań wód gruntowych, wykonany techniką udarową ma średnicę wewnętrzną ponad 25 mm. Urządzenie wyposażone jest w pełny osprzęt do wykonywania pomiarów i poboru prób w otworach o tak małych średnicach.

*Likwidacja otworu.* Sonada wyposażona jest w pompę iniekcyjną służącą do likwidacji wykonanych otworów geologicznych przez wstrzykiwanie pod wysokim ciśnieniem (70 atm) zaczynu cementowego do otworu.

*Badania geotechniczne.* Dodatkową zaletą opisywanego urządzenia jest możliwość prowadzenia terenowych badań geotechnicznych za pomocą sondy statycznej CPT, która pozwala określić podstawowe parametry geotechniczne, takie jak opór stożka ( $q_c$ ), opór tarcia gruntu na tulei ( $f_s$ ), współczynnik tarcia ( $R_f$ ), ciśnienie wody w porach ( $u$ ).

W sondzie Power Probe zastosowano bezprzewodową metodę zapisywania danych. W próbniku wciskanym w grunt jest zainstalowany mikroprocesor rejestrujący wszystkie parametry. Po zakończeniu sondowania i wyciągnięciu sondy na powierzchnię jest ona podłączana do komputera, który czytuje wszystkie wyniki pomiarów, wyświetlając je bezpośrednio na monitorze komputera.

**Wykonywanie odwiertów w skałach litych.** W projektowaniu dróg budowanych w południowej części Polski może zaistnieć potrzeba wykonania odwiertów

badawczych w skałach litych. W tych wypadkach, uwzględniając specyfikę celu prac wiertniczych (rozpoznanie strefy aeracji, pobranie próby wody), zaleca się wykonywanie odwiertów techniką obrotową na tzw. płuczkę powietrzną, a następnie wykonanie karotażu geofizycznego otworu dla rozpoznania litologii i szczelności górotworu oraz miejsc dopływu wody do odwiertu. Ten sposób wykonania otworów badawczych jest najszybszy i najtańszy, gwarantując jednocześnie wystarczającą dokładność i zakres uzyskanych informacji. W odniesieniu do tego typu utworów i dla omawianego rodzaju zadania, proponowany sposób postępowania można uznać za najlepszą dostępną technologię (BAT). Oczywiście możliwe jest również wykonywanie odwiertów klasyczną techniką obrotową, co trwa nieco dłużej i wymaga dłuższego pompowania oczyszczającego otworu przed pobraniem próby wody. Za niecelowe i nieuzasadnione ekonomicznie należy uznać wykonywanie odwiertów z pełnym rdzeniowaniem.

**Badania laboratoryjne pobranych prób wody i gruntów.** Zasady pobierania próbek wód z otworów wiertniczych oraz wymagany zakres ich analiz laboratoryjnych zostały opisane już wcześniej, w podrozdziale 4.3.2 i nie będą tutaj powtarzane. Przedstawia się natomiast ogólne zasady dotyczące wykonywania analiz laboratoryjnych prób gruntów pobieranych w trakcie prac wiertniczych.

*Analizy cech fizycznych.* Celem projektowanych prac wiertniczych nie jest ustalanie parametrów hydrogeologicznych (np. współczynnika filtracji, porowatości, odsączalności i innych) nawierczanych warstw wodonośnych, ale szczegółowe rozpoznanie profilu litologicznego w celu oceny podatności wód podziemnych na zanieczyszczenie. Dla tak postawionego celu w zupełności wystarczy makroskopowa ocena litologii i granulacji przewierczanych gruntów bez potrzeby wykonywania badań laboratoryjnych. W niektórych wypadkach (np. przy budowie stałych piezometrów) może być jednak wskazane wykonanie analizy sitowej w laboratorium.

W wypadku otworów wykonywanych w skałach litych, biorąc pod uwagę cel badań i charakter dokumentacji, za niecelowe należy uznać wykonanie badań laboratoryjnych rdzenia wiertniczego w celu oceny porowatości skały. Zalecenie takie wymagałoby wykonania otworu z pełnym rdzeniowaniem, co bardzo podraża koszt wiercenia. Rozpoznanie parametrów filtracyjnych górotworu i litologii przewierconych skał powinno być wykonane metodą geofizyki wiertniczej.

*Analizy cech chemicznych.* Lokalnie, na niektórych odcinkach projektowanych dróg może zająć potrzeba rozpoznania zanieczyszczenia gruntu. Trasa planowanej drogi może przecinać tereny, gdzie grunty mogą być zanieczyszczone w znacznym stopniu w skutek długotrwałego oddziaływania przemysłu, rolnictwa, składowania odpadów czy też poważnych awarii z udziałem szkodliwych substancji. Jeśli na podstawie zebranych materiałów archiwalnych można podejrzewać istnienie takich miejsc na trasie projektowanej drogi, w projekcie prac geologicznych należy ustalić zakres rozpoznania tych miejsc (liczbę i miejsce pobrania prób oraz zakres oznaczeń laboratoryjnych). Przeważnie analizy takie będą obejmowały oznaczenia metali ciężkich i substancji ropopochodnych.

#### 4.4.1.4. Zasady projektowania i wykonywania prac geofizycznych

Badania geofizyczne są jednym ze sposobów rozpoznania geologicznego, umożliwiające rozpoznanie środowiska w sposób ciągły i przestrzenny. Rozpoznanie takie umożliwia również optymalne zaprojektowanie kosztownych prac wiertniczych. Badania polegają na pomiarze pól fizycznych, naturalnych lub sztucznych, rozprzestrzeniających się w środowisku geologicznym i zależnych od jego fizycznej struktury. W badaniach mających na celu rozpoznanie warunków hydrogeologicznych najczęściej wykorzystywane są metody geoelektryczne elektrooporowe, ale w wielu wypadkach mogą mieć również zastosowanie inne metody geofizyczne, w szczególności sejsmiczne i georadarowe. Wykonywane są również pomiary geofizyczne w otworach wiertniczych (karotażowe).

**Metoda elektrooporowa.** W metodzie elektrooporowej wykorzystuje się zróżnicowanie oporności elektrycznej ośrodka. Polega to na obserwacji zmienności pola elektrycznego wytwarzanego sztucznie przez układ elektrod, w którym utrzymywana jest stała różnica potencjałów. Dwie z elektrod układu pomiarowego są elektrodami zasilającymi, wytwarzającymi w środowisku stałe pole elektryczne, a następne dwie elektrodami pomiarowymi, na których wykonuje się pomiary różnicy potencjałów wywołanej tym polem. Zwiększając odległość między elektrodami zasilającymi, zwiększa się zasięg głębokościowy przepływu prądu elektrycznego, a więc i pomiarów, umożliwiając określenie zmienności oporności elektrycznej ośrodka z głębokością. Interpretację pomiarów wykonuje się metodą modelowania matematycznego, umożliwiającą odwzorowanie wzajemnego ułożenia i miąższości warstw fizycznych różniących się opornością elektryczną.

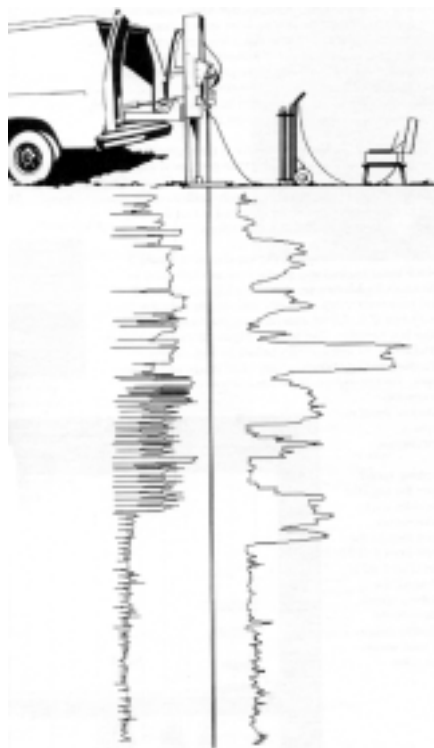
**Metoda sejsmiczna.** W metodzie tej wykorzystuje się zróżnicowanie właściwości mechanicznych ośrodka. Polega na pomiarach rozprzestrzeniających się w nim fal sejsmicznych wzbudzonych sztucznie. Pomiar czasu przebiegu fal, od punktu wzbudzenia do rozstawu odbiorników, umożliwia określenie prędkości i trasy ich przebiegu. Prędkość fal sejsmicznych zależy od parametrów mechanicznych ośrodka. Na granicach, gdzie parametry te zmieniają, się fala ulega załamaniu, odbiciu i ugięciu. Odpowiedni dobór układu pomiarowego umożliwia wyeksponowanie określonego typu fal. W badaniach strefy przypowierzchniowej do celów geologiczno-inżynierskich i hydrogeologicznych najczęściej wykorzystuje się fale podłużne załamane (refrakcyjne). Umożliwiają one w szczególności dokładne przesledzenia stropu skalnego podłoża, oraz okonturowanie ważnych z punktu widzenia hydrogeologii, stref koncentracji spękań. W interpretacji wykorzystuje się specjalistyczne oprogramowanie komputerowe, umożliwiające, w oparciu na prawach ruchu falowego, określenie granic i prędkości fal sejsmicznych wydzielonych warstw fizycznych.

**Metoda georadarowa.** W metodzie georadarowej wykorzystuje się zróżnicowanie właściwości elektromagnetycznych. Metoda oparta jest na pomiarach rozchodzących się w ośrodku sztucznie wytworzonych fal elektromagnetycznych. Fale te rozprzestrzeniając się w ośrodku ulegają odbiciu, załamaniu i ugięciu na granicach zmian jego właściwości elektromagnetycznych. W pomiarach georadarowych wykorzystuje

się fale odbite. Pomiar czasu przebiegu fal odbitych od takich granic umożliwia odwzorowanie ich przebiegu. Ze względu na silne tłumienie fal elektromagnetycznych w środowisku gruntowym, zwłaszcza zawodnionym, zasięg głębokościowy tej metody jest niewielki (zwykle kilka do kilkunastu metrów). W hydrogeologii zatem metoda georadarowa ma ograniczone zastosowanie, ale umożliwia szczegółowe odwzorowanie struktury ośrodka, w szczególności zmian antropogenicznych.

**Pomiary karotażowe.** Pomiary te są wykonywane w otworach wiertniczych w celu określenia granic i rodzaju przewiercanych warstw. Pomiary takie, wykonywane specjalistycznymi sondami pomiarowymi zapuszczanymi do otworów, umożliwiają ograniczenie kosztownych wierceń rdzeniowych. Zestaw metod pomiarowych dobiera się w zależności od celu badań i litologii ośrodka. W otworach hydrogeologicznych w osadach czwartorzędowych stosuje się najczęściej pomiary elektrooporowe i radiometryczne. Nieprzepuszczalne osady ilaste charakteryzuje niska oporność elektryczna i wysoka promieniotwórczość naturalna, a przepuszczalne osady piaszczysto-żwirowe odwrotnie – wysoka oporność i niska promieniotwórczość. Na rysunku 10 przedstawiono przykład pomiarów i wyników karotażu geoelektrycznego w otworze wykonanym urządzeniem Geoprobe.

**Warianty metodyczne pomiarów.** W badaniach należy stosować metody oparte na wielkościach fizycznych w możliwie jednoznaczny sposób związanych



Rys. 10. Przykład badań karotażowych

z elementami struktury geologicznej istotnymi ze względu na cel badań. W badaniach wykonywanych w celu oceny warunków hydrogeologicznych wielkością fizyczną dobrze charakteryzującą środowisko geologiczne jest oporność elektryczna. Osady słabo przepuszczalne, zawierające dużą ilość minerałów ilastych (iły, gliny, mułki), charakteryzuje niska oporność elektryczna, rzędu 20 – 50  $\Omega\text{m}$ , a osady przepuszczalne (piaski, żwiry), zawierające niewielką ilość takich minerałów, wysoka oporność, najczęściej powyżej 100  $\Omega\text{m}$ . Badania geoelektryczne określające zróżnicowanie ośrodka ze względu na oporność elektryczną umożliwiają więc wydzielenie w nim warstw przepuszczalnych – wysokooporowych oraz trudno przepuszczalnych – niskooporowych.

Szczegółową metodykę badań należy dostosować do stopnia komplikacji budowy geologicznej ośrodka i wymaganej dokładności odwzorowania jego struktury geologicznej oraz do warunków terenowych. W badaniach geoelektrycznych stosowane są dwa podstawowe warianty metodyczne pomiarów:

- pionowe sondowania geoelektryczne SGE, umożliwiające odwzorowania zmienności oporności elektrycznej ośrodka z głębokością w danym punkcie pomiarowym;
- pomiary tomograficzne, umożliwiające odwzorowanie zmienności oporności elektrycznej ośrodka zarówno w kierunku pionowym jak i poziomym w sposób praktycznie ciągły.

Każda z tych metod ma swoje zalety i ograniczenia, a ich wykorzystanie w badaniach powinno być rozsądnym kompromisem uwzględniającym wymaganą dokładność odwzorowania budowy geologicznej ośrodka, uzależnioną od warunków terenowych możliwość prawidłowego wykonania pomiarów polowych oraz koszt badań. Zalety i ograniczenia wymienionych wariantów metodycznych badań elektrooporowych są następujące:

*Metoda SGE (pionowych sondowań geoelektrycznych).* Pomiary wykonywane są punktowo, a odległości punktów pomiarowych (najczęściej 50 – 100 m) są dobierane tak, by z wystarczającą dokładnością odwzorować rozkład oporności elektrycznych wzdłuż wyznaczonych linii pomiarowych. W zależności od warunków terenowych i pomiarowych punkty lokalizacji sondowań mogą być usytuowane wzdłuż tych linii w nierównych odstępach, a rozstawy pomiarowe poszczególnych sondowań mogą być rozwijane praktycznie w dowolnym kierunku. Ograniczenia wynikające z warunków pomiarowych są więc dla pomiarów tego typu stosunkowo niewielkie. Ograniczeniem jest natomiast możliwość prawidłowego odwzorowania oporności elektrycznej ośrodka. W modelu obliczeniowym przyjmowanym do interpretacji zakłada się płaskorównoległy układ warstw, nawet jeżeli zaburzenie krzywych pomiarowych wskazuje, że jest on inny. Otrzymane w wyniku takiej interpretacji odwzorowanie struktury ośrodka daje zgeneralizowany jej obraz, który tym lepiej odzwierciedla rzeczywistą budowę geologiczną ośrodka, im mniej odbiega ona od modelu płaskorównoległego.



*Metoda tomografii elektrooporowej.* Pomiaru wykonywane są wzdłuż linii pomiarowej, która musi być linią prostą, nie może przebiegać wzdłuż instalacji podziemnych i naziemnych oraz musi istnieć możliwość uziemienia wzdłuż tej linii elektrod pomiarowych w odstępach co 2 – 5 m. Minimalna długość takiej linii pomiarowej, przy wymaganym zasięgu głębokościowym wynoszącym 30 – 40 m, nie może być mniejsza niż 300 – 400 m. Ograniczenia terenowe dla tego rodzaju pomiarów są więc duże i często nie można ich wykonać w lokalizacji optymalnej ze względu na cel badań. Dokładność odwzorowania rozkładu oporności elektrycznej ośrodka uzyskiwana tą metodą jest znacznie lepsza niż w przy pomiarach metodą SGE.

Pomiary wykonywane są wzdłuż wybranej linii praktycznie w sposób ciągły (z gęstością równą odległości między sąsiednimi elektrodami). W modelu obliczeniowym ośrodek dzieli się nie na płaskorównoległe warstwy, ale na prostokątne bloki o praktycznie dowolnych wymiarach. W modelu obliczeniowym dopuszcza się więc istnienie granic pionowych i ukośnych, a w procesie modelowania jest analizowana nie jedna krzywa pomiarowa, jak w przy pomiarach metodą SGE, ale cały zbiór krzywych pomiarowych uzyskany na analizowanej linii profilu. Metoda ta jest szczególnie przydatna w rozpoznaniu zmienności przypowierzchniowej strefy osadów, w tym zmian antropogenicznych. Dużą zaletą metody tomografii jest również możliwość bieżącej, wstępnej interpretacji badań już w terenie za pomocą komputerów przenośnych typu „notebook”.

Wymienione zalety i ograniczenia każdego z opisanych wariantów metodycznych badań elektrooporowych muszą być uwzględnione przy projektowaniu badań. W szczególności nie należy projektować badań, których wykonanie ze względu na warunki terenowe będzie niemożliwe lub które nie zapewnią uzyskania wystarczająco wiarygodnych pomiarów. Wykonawca badań w każdym wypadku powinien mieć możliwość bieżącego korygowania metodyki i lokalizacji badań (w zakresie ograniczonym ogólnym ich celem) w zależności od warunków terenowych, pomiarowych i uzyskiwanych rezultatów. Czynniki te jednak nie zawsze są możliwe do przewidzenia na etapie projektowania badań.

**Interpretacja geologiczna wyników badań.** Końcowym etapem badań geofizycznych jest interpretacja geologiczna ich wyników, polegająca na przyporządkowaniu wydzielonym w wyniku pomiarów warstwom fizycznym warstw i kompleksów litostratygraficznych występujących na obszarze objętym badaniami. W celu przeprowadzenia takiej interpretacji konieczne jest wykonanie pomiarów geofizycznych przy otworach wiertniczych o znanym profilu litologicznym. Wiercenia takie są dla danego obszaru reperami geologicznymi, na podstawie których przewierconym osadom przyporządkowuje się warstwy fizyczne o określonych opornościach elektrycznych.

Prawidłowa interpretacja geologiczna rezultatów pomiarów geofizycznych jest ważnym elementem badań wymagającym dużego doświadczenia wiedzy i wyobraźni geologicznej ponieważ przedziały oporności właściwe dla różnych litologicznie osadów, najczęściej zachodzą na siebie. Spowodowane to jest tym, że oporność elektryczna ośrodka zależy nie tylko od składu mineralnego, ale głównie od zawodnienia i mineralizacji wody. Interpretacja pomiarów nie jest więc jednoznaczna.

**Ocena przydatności przedstawionych metod geofizycznych w rozpoznaniu warunków hydrogeologicznych.** Pomimo wymienionych ograniczeń badania geoelektryczne są najefektywniejszą metodą geofizyczną przestrzennego rozpoznania miąższości i ciągłości warstw przepuszczalnych i nieprzepuszczalnych, które w ocenie warunków hydrogeologicznych danego obszaru mają podstawowe znaczenie. Zróżnicowana metodyka prac polowych i interpretacyjnych prawie zawsze umożliwia dobór sposobu odpowiedniego w danym rejonie.

Ocenę przydatności omówionych metod geofizycznych w rozpoznaniu warunków hydrogeologicznych przeprowadzono na podstawie badań wykonanych na 5-ciu odcinkach lokalizacji autostrad projektowanych w bardzo zróżnicowanych warunkach geologicznych, wykorzystując długoletnie doświadczenie w zakresie badań geofizycznych wykonywanych na potrzeby rozpoznania hydrogeologicznego.

Przykłady takich badań, wykonanych w celu rozpoznania warunków hydrogeologicznych wzdłuż tras projektowanych autostrad, przedstawiono na rysunkach 11 – 14.

*Rejon Częstochowa – Wierchowiska.* Podłoże zbudowane ze skrasowiałych wapieni jurajskich, które są kolektorem wód zbiornika GZWP-326, przykryte jest osadami czwartorzędowymi wykształconymi w postaci piasków, żwirów i glin. Gliny stanowią izolację zbiornika wód podziemnych od przypowierzchniowych zanieczyszczeń. Ośrodek charakteryzuje zróżnicowana geologia, a warstwa glin izolujących zbiornik ma zmienną miąższość.

Przykłady badań wykonanych w tym rejonie przedstawiono na rysunkach 11 i 12. Na każdym z rysunków przedstawiono przekrój geoelektryczny opracowany metodą SGE z interpretacją geologiczną, przekrój geoelektryczny określony metodą tomografii i interpretację geologiczną tego przekroju oraz wynikowy przekrój hydrogeologiczny wykonany na podstawie wszystkich dostępnych informacji.

Przedstawione przykłady wskazują, że izolująca warstwa glin nie jest ciągła, a strefy nieciągłości są niewielkie i z tego względu zostały odwzorowane jedynie metodą tomografii. Pomiarы tą metodą, ze względu na zbyt mały zasięg głębokościowy, nie pozwoliły jednak na prześledzenie jurajskiego, wapiennego podłoża. W terenie o tak zróżnicowanej budowie geologicznej należy więc wykonać badania obydwoma metodami. Rozpocząć należy od pomiarów metodą SGE, a w rejonach, gdzie charakter krzywych pomiarowych wskazuje na skomplikowaną geologię, pomiary te należy uzupełnić pomiarami wykonywanymi metodą tomografii. Pomiary tomograficzne należy projektować biorąc pod uwagę warunki terenowe, które muszą być spełnione do ich wykonania.

*Rejon Kraków – Bochnia.* Trasa autostrady przebiega przez obszar Zapadliska Przedkarpackiego wypełnionego mioceńskimi łąkami, na których zalegają czwartorzędowe piaszczysto-żwirowe i gliniasto-pylaste osady akumulacji rzecznej i wodno-lodowcowej. Kolektorem wód GZWP-451 są piaski bogucickie. Rejon generalnie charakteryzuje stosunkowo prosta budowa geologiczna, a wodonośne piaski są w różnym stopniu izolowane od powierzchni terenu. Dwa przykłady badań wykonanych w tym rejonie przedstawiono na rysunkach 13 i 14.

Na rysunku 13 przedstawiono odcinek przekroju, gdzie wodonośne piaski zalegają pod grubą pokrywą nieprzepuszczalnych osadów gliniasto-ilastych o zmiennej miąższości. Przedstawiony odcinek przekroju sugeruje, że warstwa izolująca może być nieciągła. Porównanie wyników pomiarów metodami SGE i tomografii potwierdza, że pomiary metodą tomografii dają bardziej szczegółowy obraz budowy środowiska geologicznego i że w rejonach, gdzie zaburzone krzywe SGE sugerują skomplikowaną strukturę ośrodka, ale nie dają możliwości jej szczegółowego rozpoznania, konieczne jest wykonanie pomiarów dokładniejszą metodą tomografii.

Na rysunku 14 przedstawiono odcinek przekroju, który charakteryzuje regularna budowa geologiczna. Krzywe SGE nie są zgodne, ale pomiary metodą SGE i tomografii są generalnie zgodne. W takich warunkach geologicznych nie ma więc potrzeby wykonywania pomiarów kosztowniejszą metodą tomografii, informacja uzyskana metodą SGE jest w pełni wystarczająca.

**Tabela 7.** Wybrane metody geofizyczne stosowane w rozpoznaniu hydrogeologicznym

Metoda geofizyczna	Rozwiązywane zagadnienia dla rozpoznania :				Uwagi
	osadów piaszczysto-ilastych		litego podłoża		
	struktura osadów (rodzaj, miąższość i następstwo warstw)	stopień zaburzenia budowy (ciągłość, upad, zmienność wykształcenia)	głębokość zalegania i rodzaj podłoża	stopień zaburzenia budowy (spękania, uskoki, nieciągłości)	
Sondowania elektrooporowe SGE	+++	++	++	+	pomiary tanie i łatwe do wykonania
Tomografia geoelektryczna	+++	+++	++	++	pomiary stosunkowo tanie, ale trudniejsze do wykonania
Sejsmika refrakcyjna	–	–	+++	+++	metoda kosztowna, ale jedyna w badaniu podłoża skalnego
Georadar (GPR)	++	++	++	++	mały zasięg głębokościowy
Pomiary otworowe (karorazowe)	+++	++	+++	++	pomiary w otworach wiertniczych w celu ograniczenia ilości wierceń rdzeniowych

Efektywność metody: +++ duża, ++ średnia, + mała, – metody nie stosuje się.

#### 4.4.2. WYTYCZNE SPORZĄDZANIE SZCZEGÓŁOWEJ DOKUMENTACJI HYDROGEOLOGICZNEJ

Opracowanie szczegółowej dokumentacji hydrogeologicznej dla odcinków problemowych podlega tym samym wymaganiom formalnym co dokumentacja ogólna. Oba opracowania będą różniły się tylko zakresem i szczegółowością przedstawianych spraw. Dokumentacja szczegółowa, stanowiąc rozszerzenie i uzupełnienie dokumentacji ogólnej, powinna koncentrować się głównie na przedstawieniu i interpretacji wyników prac badawczych wykonanych zgodnie z zatwierdzonym projektem prac geologicznych. Nie należy powtarzać w niej informacji i charakterystyk podanych już wcześniej w dokumentacji ogólnej, którą należy traktować jako opracowanie podstawowe w całej procedurze dokumentowania hydrogeologicznego wykonywanego w związku z projektowaniem inwestycji drogowych.

Uwzględniając wyżej opisaną specyfikę dokumentacji szczegółowej oraz wymagania formalne zawarte w rozdziale 3, § 12, ust. 1 rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 3 października 2005 r. w sprawie szczegółowych wymagań, jakim powinny odpowiadać dokumentacje hydrogeologiczne i geologiczno-inżynierskie (Dz U z 2005 r., nr 201, poz. 1673), opisywana dokumentacja powinna być przygotowana w następujący sposób:

1) **Część tekstowa** powinna zawierać m.in. następujące elementy:

- nazwę, lokalizację i podstawowe informacje o planowanej inwestycji drogowej, dla której została wykonana dokumentacja szczegółowa;
- podanie podstawy formalnej i uzasadnienie konieczności wykonania opisywanych prac, przypomnienie celów badań zawartych w projekcie;
- opis zakresu i wyników wykonanych badań w stosunku do projektu prac geologicznych, przedstawienie, które z celów udało się osiągnąć i w jakim zakresie;
- szczegółowy opis sposobu wykonania prac wyszczególnionych w projekcie (zakres, harmonogram, metodyka, problemy, zastosowane normy, wykonawcy prac, i inne);
- szczegółowy opis wyników wykonanych badań terenowych, laboratoryjnych, prac kameralnych (np. badań modelowych); sposób ich przedstawiania powinien być taki sam jak w dokumentacji ogólnej i należy się w tym zakresie stosować do zaleceń podanych w podrozdziale 4.3.3.2;
- uszczegółowienie charakterystyki terenu na podstawie wyników wykonanych badań, w zakresie spraw, które były przedmiotem szczegółowego rozpoznania:
  - budowy geologicznej,
  - warunków hydrogeologicznych,
  - jakości wód,
  - stopnia zagrożenia wód podziemnych i konkretnych obiektów (np. ujęć, terenów podmokłych, i innych);

- ❑ wnioski wynikające z wykonanych badań; powinny one zawierać wskazania i zalecenia dotyczące sposobu realizacji inwestycji i zasad jej eksploatacji ze względu na konieczność wyeliminowania lub ograniczenia zagrożeń dla środowiska wód podziemnych; zalecenia te powinny dotyczyć tylko miejsc i problemów rozpoznawanych w dokumentacji szczegółowej i należy je traktować jako uzupełnienie zaleceń sformułowanych już wcześniej w dokumentacji głównej (ogólnej);
  - ❑ wnioski i zalecenia dotyczące monitoringu wód podziemnych w rejonach szczegółowego rozpoznania (czy jest potrzebny i w jakim zakresie), stanowiące uzupełnienie zaleceń zawartych w dokumentacji ogólnej;
- 2) **Część graficzna** powinna zawierać co najmniej następujące, główne załączniki:
- ❑ mapę przeglądową lokalizacji terenu wykonanych prac, w skali odpowiedniej do wielkości obszaru badań, z zaznaczeniem co najmniej:
    - trasy projektowanej inwestycji,
    - odcinków i miejsc problemowych objętych rozpoznaniem szczegółowym,
    - granic administracyjnych;
  - ❑ mapę dokumentacyjną na podkładzie topograficznym, w skali co najmniej 1:25 000, przygotowana w sposób identyczny jak w projekcie prac geologicznych, ale zawierającą dodatkowo:
    - lokalizację terenu badań (obszar dokumentowany),
    - lokalizację wykonanych prac terenowych (odwiertów, ciągów geofizycznych, miejsc opróbowania wód, miejsc pomiarów zwierciadła wody, pomiarów przepływów w ciekach itp.);
  - ❑ mapę hydrogeologiczną dokumentowanego terenu, w skali co najmniej 1:25 000, przygotowaną podobnie jak w projekcie prac geologicznych, ale zweryfikowaną i zmienioną zgodnie z wynikami wykonanych badań; powinna ona prezentować głównie te sprawy, które były przedmiotem szczegółowego rozpoznania;
  - ❑ mapy sytuacyjno-wysokościowe szczegółowej lokalizacji wykonanych otworów wiertniczych;
  - ❑ zbiorcze zestawienie wyników wierceń zawierające profil geologiczny i techniczny otworu i podstawowe dane;
  - ❑ sprawozdanie z wykonanych badań geofizycznych z podaniem szczegółowej ich lokalizacji, wyników pomiarów i komentarza;
  - ❑ przekroje hydrogeologiczne rejonu badań szczegółowych;
  - ❑ wyniki badań jakościowych wód w formie zestawień tabelarycznych;
  - ❑ wyniki innych badań i pomiarów wykonanych w celu osiągnięcia zadań przedstawionych w projekcie prac geologicznych (np. wyniki próbnych pompowań, pomiary natężenia przepływu w ciekach, pomiary w studniach kopanych, i inne).

Do obowiązków dokumentatora należy zestawienie wyników wierceń w formie karty kodowej Banku HYDRO i przekazanie ich do Państwowego Instytutu Geologicznego w celu archiwizacji.

## 5. PRZYKŁADY DOKUMENTACJI OKREŚLAJĄCYCH WARUNKI HYDROGEOLOGICZNE REJONÓW LOKALIZACJI AUTOSTRAD

### 5.1. UWAGI WPROWADZAJĄCE

Przedstawione w tym rozdziale przykłady dokumentacji hydrogeologicznych są praktycznie pierwszymi tego typu opracowaniami w naszym kraju. Chociaż sprawą budowy autostrad zajęto się na poważnie w Polsce na początku lat 90-tych ubiegłego wieku, znaczenie rozpoznania hydrogeologicznego w całym ich procesie inwestycyjnym jest ciągle niewielkie i niedoceniane. Panuje powszechne przekonanie, że zagrożenia dla środowiska wód podziemnych związane z budową i eksploatacją przedsięwzięć drogowych można zidentyfikować i scharakteryzować z wystarczającą dokładnością w ramach sporządzania dokumentacji geologiczno-inżynierskich lub ekspertyz wykonywanych do raportów o oddziaływaniu inwestycji na środowisko, które nie spełniają wymagań dokumentacji hydrogeologicznych.

Łącznie zaprezentowano pięć przykładów dokumentacji opracowanych dla odcinków autostrad zlokalizowanych w różnych częściach Polski i w odmiennych warunkach geologicznych. Odcinki te zostały wytypowane jako „newralgiczne” (problemowe), ponieważ przecinają obszary stref ochronnych dużych komunalnych ujęć wód podziemnych lub też obszary występowania głównych zbiorników wód podziemnych (GZWP) i innych ważnych poziomów użytkowych o wysokiej podatności na zanieczyszczenie. Ponieważ od momentu zatwierdzenia projektów prac geologicznych do podjęcia prac dokumentacyjnych upłynęło kilka lat, budowa poszczególnych dokumentowanych odcinków autostrad znajdowała się już w różnych fazach realizacji. Łódzki odcinek autostrady A-2 był już praktycznie kończony, a odcinek Bytom – Zabrze autostrady A-1 był dopiero w fazie projektowania. Sytuacja taka sprawiła, że stopień rozpoznania warunków geologicznych podłoża poszczególnych dokumentowanych odcinków autostrad był bardzo różny, co oczywiście wpłynęło na szczegółowość oceny podatności wód podziemnych na zanieczyszczenie.

Należy również zaznaczyć, że prezentowane dokumentacje były wykonywane jeszcze przed przyjęciem dwuetapowej procedury dokumentowania hydrogeologicznego zaprezentowanej w niniejszym poradniku i z tego względu nie mogą stanowić dobrych przykładów jej zastosowania. Nie mniej pokazują one zakres oraz sposób prezentowania spraw i problemów, które powinny być przedmiotem

badan i analiz hydrogeologicznych na etapie sporządzania ocen środowiskowych potrzebnych do uzyskania decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach realizacji inwestycji.

## **5.2. DOKUMENTACJA ODCINKA AUTOSTRADY PRZEBIEGAJĄCEGO PRZEZ OBSZAR GŁÓWNEGO ZBIORNIKA WÓD PODZIEMNYCH NA NIŻU POLSKIM**

**Obszar badań i lokalizacja autostrady.** Dokumentacja została wykonana dla odcinka autostrady A-2 od Parzęczewa (332 km) do Szczawina Dużego (356 km), zlokalizowanego w województwie łódzkim, w powiecie zgierskim, na terenie gmin Zgierz i Parzęczew. Kartowaniem hydrogeologicznym i sozologicznym objęto obszar o szerokości około 4 km (po 2 km z każdej strony autostrady). Zakres głębokościowy analiz hydrogeologicznych sięga do stropu osadów mezozoicznych (kredy dolnej i górnej).

Opisywany odcinek autostrady został uznany za newralgiczny i wytypowany do szczegółowego udokumentowania, ponieważ przecina obszar dolnokredowego GZWP-401 (Niecka Łódzka). W tym przypadku kryterium to zostało jednak zastosowane niewłaściwie, ponieważ zbiornik ten na większości obszaru badań zalega bardzo głęboko i praktycznie jest całkowicie izolowany od wpływów z powierzchni terenu. W omawianym rejonie dużo ważniejszym z użytkowego punktu widzenia, a przy tym bardziej narażonym na zanieczyszczenie, jest poziom wodonośny kredy górnej, nie wyróżniony jako główny zbiornik wód podziemnych. Wyznaczając newralgiczny odcinek autostrady należało to uwzględnić, tym bardziej, że w sensie hydrodynamicznym stropowe partie osadów kredy dolnej i górnej tworzą jeden ciągły poziom wodonośny. Przykład ten pokazuje, że obecności główny zbiornik wód podziemnych nie można przyjmować automatycznie jako wystarczającego kryterium wyznaczania „newralgicznych” odcinków autostrady, ponieważ należy brać pod uwagę także podatność poziomu wodonośnego główny zbiornik wód podziemnych na zanieczyszczenie.

**Materiały wyjściowe do opracowania dokumentacji.** Dokumentacja została opracowana na podstawie analizy zebranych materiałów archiwalnych, uzupełnionych badaniami terenowymi i laboratoryjnymi. Spośród materiałów archiwalnych wykorzystano głównie zebrane w banku HYDRO profile 160 wierceń, oraz profile 25 wierceń geotechnicznych o głębokości 20 – 25 m, wykonanych wzdłuż trasy autostrady w ramach sporządzania projektu budowlanego. Badania terenowe i laboratoryjne wykonane specjalnie na potrzeby dokumentacji objęły:

- ❑ badania geoelektryczne w wariacie pionowych sondowań elektrooporowych (SGE) wzdłuż 2 ciągów zlokalizowanych w osi autostrady o łącznej długości 9,5 km;
- ❑ geofizyczne badania tomografii elektrooporowej (obrazowania elektrooporowego) wzdłuż 9 odcinków o łącznej długości 7,3 km;

- ❑ odwiercenie 4 otworów badawczych o głębokości 20 m każdy, zlokalizowanych wzdłuż osi autostrady;
- ❑ kartowanie hydrogeologiczne obejmujące wywiad terenowy, pomiary zwierciadła wody oraz pH, temperatury i konduktywności w 55 studniach kopanych i w studniach wierconych zlokalizowanych na obszarze badań;
- ❑ kartowanie sozologiczne obejmujące inwentaryzację wszystkich istniejących i potencjalnych ognisk zanieczyszczeń zlokalizowanych na obszarze o szerokości około 4 km wzdłuż osi autostrady;
- ❑ pobranie 28 prób wody podziemnej ze studni kopanych, wykonanych otworów badawczych i czynnych studni głębinowych do badań laboratoryjnych;
- ❑ wykonanie laboratoryjnych analiz fizykochemicznych pobranych prób wody w zakresie 27 podstawowych oznaczeń, rozszerzonych o oznaczenia substancji ropopochodnych, amoniaku i utlenialności w 14 pobranych próbach.

Prace terenowe i laboratoryjne były wykonywane na podstawie wcześniej opracowanego projektu prac geologicznych. Niestety, zakres i lokalizacja zaprojektowanych prac wiertniczych i geofizycznych nie były w pełni optymalne i uzasadnione. Braki rozpoznania wynikające ze złego projektu, zostały w tym wypadku częściowo zniwelowane przez bardzo dobre rozpoznanie podłoża trasy autostrady licznymi otworami geotechnicznymi.

**Ogólna charakterystyka warunków hydrogeologicznych.** Autostrada biegnie falistą wyżyną polodowcową o rzędnych terenu od 130 m n.p.m. w dolinie Bzury do 170 m n.p.m. w kulminacjach wzniesień. Na powierzchni terenu występują głównie osady przepuszczalne lub półprzepuszczalne. Kompleks czwartorzędowych piasków i glin charakteryzuje bardzo zmienna miąższość – od około 15 m w części zachodniej obszaru badań do 70 m w części wschodniej. Osady te zalegają częściowo na trzeciorzędowych piaskach i mułkach z wkładkami węgla brunatnych, częściowo na wapieniach i marglach górnokredowych oraz tylko lokalnie na piaskach i piaskowcach dolnokredowych (w części zachodniej).

W piętrze czwartorzędowym najczęściej występują dwa poziomy wodonośne: podrzędny w przypowierzchniowych piaskach nadglinowych, ze swobodnym zwierciadłem na głębokości 0,5 m – 13 m p.p.t. oraz główny – w piaskach podglinowych, powszechnie ujmowany studniami wierconymi. Stopień izolacji poziomu głównego jest silnie zróżnicowany, generalnie słaby. Miąższość użytkowego czwartorzędowego poziomu wodonośnego zwiększa się od 10 – 20 m w części zachodniej do 30 – 50 m w części wschodniej. W tym samym kierunku zwiększa się także miąższość serii utworów neogeńskich z przewagą ilów i piasków burowęglowych, które w rejonie Szczawina osiągają ponad 100 m.

W kredowym piętrze wodonośnym poziomy użytkowe tworzą szczelinowe margle i wapienie kredy górnej oraz piaski i piaskowce kredy dolnej pozostające ze sobą w poziomej łączności hydraulicznej. W rejonie trasy dokumentowanego odcinka autostrady A2, piętro kredowe stanowi podrzędne źródło zaopatrzenia w wodę w stosunku do piętra czwartorzędowego.



Wykonane rozpoznanie jakości wód podziemnych wykazało powszechne i wyraźne antropogeniczne zanieczyszczenie płytko występujących wód gruntowych ujmowanych studniami kopanymi. Obserwuje się w nich wysokie stężenia azotanów, związane głównie z nieuporządkowaną gospodarką ściekową i brakiem kanalizacji zbiorczej. Wody pobierane z głębszych warstw wodonośnych (ujmowane studniami wierconymi) są generalnie bardzo dobrej jakości i w większości wpadków mieszczą się w I klasie jakości. Dotyczy to także wód poziomu kredowego.

**Identyfikacja i ocena zagrożenia wód podziemnych.** Chociaż w wydanej decyzji lokalizacyjnej został sformułowany wymóg, że eksploatacja autostrady nie może zmieniać stanu wód podziemnych w jej sąsiedztwie, w dokumentacji dokonano identyfikacji obiektów, które teoretycznie mogą być zagrożone w sytuacji, w której zaprojektowane zabezpieczenia nie spełniły swojej roli. Identyfikacji tej poddano ujęcia zbiorowego zaopatrzenia ludności w wodę do picia, eksploatowane studnie prywatne (kopane i wiercone) i użytkowe poziomy wodonośne. Na podstawie przeprowadzonej analizy uznano, że eksploatacja autostrady nie będzie stwarzała zagrożenia dla większości ujęć wodociągowych znajdujących się w rejonie jej lokalizacji, ponieważ są one albo położone zbyt daleko, albo na kierunku dopływu wód do trasy autostrady (rys. 15). Z ujęć potencjalnie zagrożonych można wymienić jedynie ujęcie w Kaniej Górze i Parzęczewie oraz zagrożone w znacznie mniejszym stopniu w Białej i Ozorkowie. Spośród studni prywatnych zagrożone mogą być tylko te leżące w bezpośrednim sąsiedztwie autostrady i głównie po jej północnej stronie (na odpływie wód podziemnych). Zagrożenie wód podziemnych I-go poziomu wodonośnego oraz poziomu kredowego w podłożu autostrady scharakteryzowano wzdłuż całej jej trasy (rys. 15 i rys. 16). Pierwszy użytkowy poziom czwartorzędowy, ogólnie słabo izolowany od powierzchni terenu, jest klasyfikowany jako silnie lub lokalnie średnio zagrożony (klasa A, rzadziej B, wg klasyfikacji Kleczkowskiego i in.[1990]). Poziom kredowy w zachodniej części odcinka autostrady, tam gdzie występuje płytko i często kontaktuje się z poziomem czwartorzędowym, należy traktować jako średnio zagrożony. W części wschodniej, tam gdzie strop jego wyraźnie się obniża i pokrywają go osady ilaste trzeciorzędu, poziom ten należy traktować jako słabo zagrożony lub praktycznie niezagrożony. W analizie zagrożenia wykorzystano ocenę naturalnej podatności wód podziemnych na zanieczyszczenie, wykonaną według metodyki Witczaka i Żurek [1994], opisaną w podrozdziale 4.3.3.3, oraz kierunki i prędkości przepływu wód podziemnych wyznaczone na podstawie wykonanych map hydroizohips (rys. 15).

**Hydrogeologiczna ocena lokalizacji autostrady.** Z hydrogeologicznego punktu widzenia, lokalizacja dokumentowanego odcinka nie powinna powodować większych konfliktów. Jej zalety i wady są następujące:

1) Zalety lokalizacji:

- ❑ poza trzema przypadkami (ujęcie w Kaniej Górze, Parzęczewie i Białej) autostrada przebiega poza obszarami zasilania większości ujęć komunalnych zlokalizowanych na tym terenie;
- ❑ trasa została tak poprowadzona, aby możliwie w jak największym stopniu omijać obszary zabudowane; z punktu widzenia ochrony wód w ujęciach gospodarskich jest to korzystne;
- ❑ spadki hydrauliczne w poziomie czwartorzędowym są stosunkowo wysokie jak na obszar niżowy, a drenaż poziomu przez liczne cieki i rowy jest stosunkowo intensywny, ułatwia to szybką wymianę wody w tym poziomie i jego samooczyszczanie;
- ❑ na większości obszaru wodonośność osadów czwartorzędowych i kredowych jest duża, a rezerwy zasobowe są znaczne i wykorzystane w małym stopniu, w razie zanieczyszczenia wód jest zawsze możliwość przeniesienia ujęcia w inne miejsce;

## 2) Wady lokalizacji:

- ❑ kolidowanie ze strefą ochronną ujęcia komunalnego w Kaniej Górze i w mniejszym stopniu ujęcia w Białej (strefy wyznaczone, ale nie ustanowione);
- ❑ stosunkowo bliskie sąsiedztwo innych ujęć komunalnych w Parzęczewie i Ozorkowie;
- ❑ bliskie sąsiedztwo płytkich studni prywatnych (wierconych i kopanych), wykorzystywanych cały czas jako źródło zaopatrzenia ludności w wodę do picia;
- ❑ słaba i nieciągła izolacja I-go użytkowego poziomu wodonośnego czwartorzędu na prawie całym odcinku autostrady (poza rejonem Szczawina Dużego);
- ❑ płytko występujący na części obszaru poziom kredowy, z którego część należy do GZWP-401 (Niecka Łódzka).

**Zalecenia ochronne.** Na całego dokumentowanym odcinku autostrady przewidziano w projekcie budowlanym rozwiązania techniczne, które mają w pełni zabezpieczyć wody powierzchniowe i gruntowe przed oddziaływaniem autostrady. Pobocza mają być wyłożone matami bentonitowymi, a całość wód opadowych i roztopowych ma być oczyszczana w separatorach przed ich odprowadzeniem do rzek i rowów melioracyjnych. Jakość zrzucanych ścieków ma być monitorowana zgodnie z przepisami. W związku z tym, w dokumentacji uznano, że nie ma ani potrzeby, ani uzasadnienia tworzenia specjalnej rozbudowanej sieci monitoringu wód podziemnych wzdłuż trasy autostrady. Na całym odcinku wytypowano jedynie dwa miejsca, w odniesieniu do których ewentualnie można rozważyć lokalizację otworów obserwacyjnych w celu śledzenia zmian w środowisku wód gruntowych. Są to: rejon Emilii (obszar strefy ochronnej ujęcia komunalnego w Kaniej Górze) i rejon lokalizacji miejsca obsługi podróżnych w okolicach wsi Dzierżązno.

### 5.3. DOKUMENTACJA ODCINKA AUTOSTRADY PRZEBIEGAJĄCEGO PRZEZ OBSZAR GŁÓWNEGO ZBIORNIKA WÓD PODZIEMNYCH NA GÓRNYM ŚLĄSKU

**Obszar badań i lokalizacja autostrady.** Dokumentacja została wykonana dla odcinka autostrady A1 od miasta Bytom (498 km) do miasta Zabrze – Maciejów (512 km), zlokalizowanego w województwie śląskim, w powiatach zabrzańskim, tarnogórskim i bytomskim. Kartowaniem hydrogeologicznym i sozologicznym objęto obszar o powierzchni około 25 km<sup>2</sup>.

Rejon przedmiotowego odcinka autostrady A1 objęto badaniami hydrogeologicznymi ze względu na jego szczególne położenie w obrębie Głównego Zbiornika Wód Podziemnych GZWP-330 Gliwice, a także przebieg przez obszar czynnego ujęcia komunalnego. GZWP-330 wydzielony został w szczelinowo-krasowych utworach węglanowych triasu pozbawionych ciągłej izolacji utworów słabo przepuszczalnych. Ten sam poziom wodonośny serii węglanowej triasu jest podstawą zaopatrzenia w wodę mieszkańców miast Zabrze i Świętoszowice. Przebieg projektowanego odcinka autostrady przedstawiono na rysunku 17.

**Materiały wyjściowe do opracowania dokumentacji.** Badania terenowe i laboratoryjne wykonane na potrzeby dokumentacji objęły:

- ❑ badania w trzech przekrojach metodą pionowych sondowań geoelektrycznych SGE oraz w pięciu przekrojach metodą tomografii geoelektrycznej – w sumie 8,2 km;
- ❑ wykonanie pięciu otworów badawczych w utworach czwartorzędowych o głębokości od 7,0 m do 16,0 m;
- ❑ kartowanie hydrogeologiczne obejmujące wywiad terenowy, pomiary zwierciadła wody oraz pH, temperatury i konduktywności w wybranych studniach kopanych oraz w studniach wierconych zlokalizowanych na obszarze badań;
- ❑ kartowanie sozologiczne obejmujące inwentaryzację wszystkich istniejących i potencjalnych ognisk zanieczyszczeń zlokalizowanych w rejonie przebiegu projektowanej trasy autostrady;
- ❑ pobranie 24 prób wody podziemnej ze studni kopanych, wykonanych otworów badawczych i czynnych studni głębinowych do badań laboratoryjnych;
- ❑ wykonanie 16 laboratoryjnych analiz fizykochemicznych pobranych prób wody w zakresie podstawowych oznaczeń uzupełnionych o oznaczenia metali oraz 8 analiz rozszerzonych dodatkowo o oznaczenia substancji ropopochodnych, węglowodorów aromatycznych, amoniaku i utlenialności.

Prace terenowe i laboratoryjne były wykonywane na podstawie wcześniej opracowanego projektu prac geologicznych.

**Ogólna charakterystyka warunków hydrogeologicznych.** Cechą omawianego rejonu jest wyraźne przeobrażenie stosunków wodnych spowodowane działalnością człowieka. Na skutek eksploatacji górniczej oraz wieloletniego intensywnego poboru wód podziemnych nastąpiło obniżenie ciśnienia hydrostatycznego

na znacznym obszarze, a nawet niemal całkowite jego odwodnienie. Południowa część rozpatrywanego rejonu to obszar o największym stopniu degradacji wód podziemnych. Obszar ten można uznać za pozbawiony użytkowych poziomów wodonośnych. Na pozostałym obszarze główny poziom wodonośny jest związany z utworami węglanowymi wapienia muszlowego i retu. Poziom ten jest podstawą wydzielenia środkowotriasowego szczelinowego – krasowego GZWP Gliwice.

Poziomy wodonośne wapienia muszlowego i retu zbudowane są z wapieni i dolomitów. W skali regionalnej poziomy te pozostają w kontakcie hydraulicznym nie tylko na skutek spękania warstwy rozdzielającej, lecz również z powodu istnienia nieczynnych wyrobisk poeksploatacyjnych. Miąższość utworów wodonośnych triasu wynosi od kilkunastu do ponad 150 metrów. Wartość współczynnika filtracji zmienia się od 0,1 do ponad 80 m/d. Zwierciadło wody poziomu triasowego ma charakter napięty, a w rejonach wychodni oraz w rejonach obniżonych ciśnień – charakter swobodny. Występuje ono na głębokościach od kilkunastu do ponad 100 metrów.

Znaczne obniżenie poziomu zwierciadła wód podziemnych piętra triasowego spowodowało miejscami wzmożoną infiltrację z rzek. W rejonie projektowanej trasy autostrady nie stwierdzono występowania kontaktu wód powierzchniowych z poziomem wodonośnym triasu, nie można jednak wykluczyć, że w rejonie silnie zaburzonych stosunków wodnych mogą takie kontakty występować. Zasilanie poziomu serii węglanowej zachodzi w rejonach wychodni oraz pośrednio przez utwory czwartorzędowe. Spływ wód podziemnych odbywa się na południowy zachód, bazą drenażu jest rzeka Kłodnica, lej depresyjny ujęcia Gliwice-Łabędy, a na południu rejon odwodnienia istniejących i zlikwidowanych kopalń węgla kamiennego.

Poziom wodonośny w utworach czwartorzędowych ze względu na ograniczone rozprzestrzenienie nie ma charakteru użytkowego. Na skutek znacznego obniżenia zwierciadła wód poziomu triasu, wody podziemne w utworach czwartorzędowych mają często charakter wód zawieszonych. Zwierciadło wody ma charakter swobodny, lokalnie lekko napięty i występuje na głębokości od kilku do kilkunastu metrów. Zwierciadło układa się współkształtnie z morfologią terenu, wykazuje zasilanie cieków powierzchniowych oraz triasowego poziomu wodonośnego. Hydrodynamikę obszaru w rejonie projektowanego odcinka autostrady przedstawia rysunek 17 oraz przekrój hydrogeologiczny wzdłuż trasy autostrady – rysunek 18.

**Identyfikacja i ocena zagrożenia wód podziemnych.** Identyfikacji poddano ujęcia zbiorowego zaopatrzenia ludności w wodę do picia oraz użytkowe poziomy wodonośne. Przeprowadzono analizę stopnia zagrożenia wzdłuż trasy autostrady (rys. 18). W analizie zagrożenia wykorzystano ocenę naturalnej podatności wód podziemnych na zanieczyszczenie, wykonaną według metodyki opisanej przez Witczaka i Żurek [1994]. W wyniku przeprowadzonych analiz sporządzono mapę zagrożenia wód podziemnych uwzględniającą zarówno naturalną odporność wód podziemnych na zanieczyszczenia, jak i zagospodarowanie terenu oraz jego specyfikę. Wydzielono newralgiczne, z punktu widzenia oddziaływania, odcinki autostrady.

Poziom czwartorzędowy występuje fragmentarycznie i nie ma charakteru użytkowego. Ma on znaczenie jedynie w miejscach kontaktów z głównym użytkowym poziomem serii węglanowej triasu. Należy przyjąć, że ze względu na słabą izolację jego stopień zagrożenia jest wysoki.

Specyfiką omawianego obszaru jest silne oddziaływanie człowieka na środowisko przejawiające się wieloletnią eksploatacją rud kruszconosnych oraz węgla kamiennego, której skutki mogą ujawniać się nawet po wielu latach od jej zakończenia, w postaci osiadań i zapadlisk powierzchni terenu, stanowiąc zagrożenie dla budownictwa i komunikacji. Na obszarach pogórnicznych istnieje ryzyko aktywizacji starych wyrobisk nawet po wielu latach, co może skutkować nieprzewidywalnym osiadaniami warstwy przypowierzchniowej. Z hydrogeologicznego punktu widzenia może to powodować zakłócenie stosunków wodnych i ułatwiać kontakty hydrauliczne, a tym samym zwiększać zagrożenie zbiornikowego poziomu wodonośnego i ujęć komunalnych eksploatujących ten poziom. Z tego też powodu rejon dawnych eksploatacji klasyfikuje się jako rejon wysokiego zagrożenia wód podziemnych.

Na podstawie przeprowadzonej analizy uznano, że eksploatacja autostrady będzie stwarzać zagrożenie dla ujęć wody dla Zabrze i Świątoszowic: czterootworowego ujęcia Zabrze-Grzybowice oraz jednootworowego Szalsza-Piekło, zwłaszcza ze względu na obecność miejsc obsługi podróżnych, zlokalizowanych w pobliżu ujęcia Zabrze-Grzybowice i na kierunku spływu wód.

**Hydrogeologiczna ocena lokalizacji autostrady.** Omawiana lokalizacja autostrady ma wady i zalety:

1) Wady lokalizacji:

- przebieg projektowanej trasy przez obszar głównego zbiornika wód podziemnych;
- brak ciągłej izolacji użytkowego poziomu wodonośnego oraz miejscami płytkie występowanie utworów tworzących ten poziom;
- przebieg projektowanej trasy przez środek komunalnego ujęcia wody;
- miejsc obsługi podróżnych zlokalizowane w rejonie ujęcia,
- lokalizacja autostrady oraz miejsc obsługi podróżnych na kierunku spływu wód do ujęcia,
- kolizja z ostoją siedliskową sieci Natura 2000 „Podziemia Tarnogórsko-Bytomskie” (PLH 240003) – występowanie poeksploatacyjnych pustek skalnych w obrębie obszaru;
- występowanie obszarów źródłiskowych;

2) Zalety lokalizacji:

- przebieg projektowanej trasy poza obszarami aglomeracji miejskich;
- obecność cieków powierzchniowych, które mogą być odbiornikami wód opadowych z powierzchni drogi.

**Zalecenia ochronne.** W celu ograniczenia wpływu autostrady zalecono:

- ❑ wykonanie szczelnego odprowadzenia wód opadowych w obszarze spływu wód do ujęcia,
- ❑ lokalizację zrzutu z uwzględnieniem kierunku przepływu wód podziemnych (poniżej ujęcia),
- ❑ stosowanie urządzeń oczyszczających przed zrzutami do odbiorników,
- ❑ stosowanie urządzeń odcinających odpływy wód opadowych jako zabezpieczenie w sytuacjach awaryjnych
- ❑ zmianę lokalizacji miejsc obsługi podróżnych.

Należy prowadzić badania wód opadowych na wylotach do odbiorników zgodnie z obowiązującymi przepisami dwa razy w roku. Badania powinny obejmować stężenia zawiesiny ogólnej i substancji ropopochodnych.

W celu oceny wpływu autostrady na środowisko zalecono:

- ❑ wykonanie 3 piezometrów między każdą ze studni ujęcia „Zabrze-Grzybowice” po południowej stronie autostrady a autostradą, z czego dwa ujmowałyby pierwszy poziom wodonośny a jeden poziom serii węglanowej triasu,
- ❑ wykonanie piezometru ujmującego czwartorzędowy poziom wodonośny między ujęciem Szalsza-Piekło a węzłem Czekanów,
- ❑ badanie wody z piezometrów dwa razy w roku: po wiosennych roztopach oraz na przełomie lata i jesieni, w zakresie: pH, ChZT oraz zawartości SO<sub>4</sub>, Cl, węglowodorów aromatycznych i alifatycznych, metali ciężkich.
- ❑ badanie wody powierzchniowej z Potoku Świetoszowickiego z tą samą częstotliwością i w tym samym zakresie – w dwóch punktach po obu stronach autostrady.

#### **5.4. DOKUMENTACJA ODCINKA AUTOSTRADY PRZEBIEGAJĄCEGO PRZEZ DOLINĘ RZECZNĄ**

**Obszar badań i lokalizacja autostrady.** Dokumentację określającą warunki hydrogeologiczne wykonano na odcinku projektowanej autostrady A-4 Bochnia (km 468+600) – Tarnów Krzyż (km 512+800), tj. na odcinku o długości ponad 44 km. Dokumentowany odcinek jest zlokalizowany w województwie małopolskim, w powiatach bocheńskim, brzeskim i tarnowskim. Takie wyznaczenie odcinka projektowanej autostrady A-4 zostało przyjęte według wykonanego wcześniej i zatwierdzonego projektu prac geologicznych.

Całego dokumentowanego odcinka nie można uznać za newralgiczny i wymagający szczegółowego udokumentowania, ponieważ na znacznej jego części autostrada przebiega przez tereny bez użytkowego poziomu wodonośnego lub wręcz bezwodne. Czwartorzędowy poziom wodonośny o charakterze ciągłym występuje głównie w dolinie Dunajca i w mniejszym stopniu w dolinie Uszwicy (rys. 19).

Neogeńskie piętro wodonośne ma tylko lokalne znaczenie użytkowe, ponieważ zawadnione utwory piaszczyste nie tworzą jednego poziomu ciągnącego się na dużym obszarze, lecz występują w formie soczewek. Takie wyznaczenie odcinka do szczegółowego udokumentowania można uznać za negatywny przykład podejścia do typowania odcinków newralgicznych. W związku z tym z całej dokumentacji, do niniejszej prezentacji wybrano jedynie odcinek przebiegający przez dolinę rzeki Dunajec. Odcinek ten uznano za newralgiczny, ponieważ autostrada przebiega tu przez rozległą dolinę rzeczną, gdzie występuje czwartorzędowy poziom wodonośny o znaczeniu użytkowym, o słabej izolacji od powierzchni terenu (warstwa glin o miąższości 2 – 3 m) lub wręcz pozbawiony tej izolacji, a więc bardzo narażony na zanieczyszczenia (rys. 21).

Poziom czwartorzędowy jest hydraulicznie związany z wodami powierzchniowymi rzeki Dunajec i w warunkach normalnych rzeka drenuje ten poziom, a więc w razie zanieczyszczenia wód podziemnych stosunkowo szybko mogą być zanieczyszczone wody powierzchniowe, na których mogą być zlokalizowane komunalne ujęcia wody.

Wytypowany do prezentacji rejon obejmuje odcinek autostrady przecinający dolinę o długości około 10 km, od węzła Wierchosławice (km 498+900) do skłonu doliny rzecznej w rejonie Pawężowa (km 508+500), i może posłużyć za przykład dokumentowania odcinka autostrady przecinającego dolinę rzeczną, zwłaszcza, że na odcinku tym projektowane są miejsca obsługi podróżnych.

**Materiały wyjściowe do opracowania dokumentacji.** Dokumentacja została opracowana na podstawie analizy zebranych materiałów archiwalnych oraz wykonanych badań terenowych, geofizycznych i laboratoryjnych. Dla prezentowanego odcinka wykorzystano zebrane w banku HYDRO profile wierceń (8 szt.) oraz profile geologiczne otworów wykonanych w celu udokumentowania trzech złóż kruszywa naturalnego.

Na dokumentowanym odcinku wykonano:

- ❑ badania geofizyczne tomografii elektrooporowej (obrazowania elektrooporowego) w dwóch przekrojach o łącznej długości około 3 km,
- ❑ odwiercenie 1 otworu badawczego B-3,
- ❑ kartowanie hydrogeologiczne obejmujące pomiar głębokości zwierciadła wody oraz pH wody i konduktywności w około 30 studniach kopanych i kilku wierconych zlokalizowanych w obszarze badań,
- ❑ kartowanie sozologiczne,
- ❑ pobranie 7 prób wody z wykonanego otworu badawczego, studni kopanych i wierconych,
- ❑ wykonanie laboratoryjnych oznaczeń fizykochemicznych pobranych prób wody, przy czym dla 2 prób w zakresie 27 podstawowych oznaczeń, a dla 5 – w zakresie 27 podstawowych oznaczeń rozszerzonych o oznaczenia substancji ropopochodnych, amoniaku i utlenialności.

Prace terenowe i laboratoryjne wykonywane były na podstawie wcześniej opracowanego projektu prac geologicznych. Zakres i lokalizację projektowanych prac nie do końca można uznać za optymalną i uzasadnioną, jednak pomimo tego prezentowany obszar można uznać za dobrze rozpoznany z uwagi na znaczną ilość archiwalnych materiałów hydrogeologicznych i geologicznych (złożowych).

**Ogólna charakterystyka warunków hydrogeologicznych.** Prezentowany odcinek autostrady przebiega przez płaską powierzchnię doliny Dunajca o rzędnych terenu od 188 do 198 m n.p.m. Dolinę wypełniają utwory związane ze zlodowaczeniem środkowo- i północnopolskim. Są to głównie piaski i żwiry tarasów nadzalewowych Dunajca, tworzące tzw. poziom radłowski, o maksymalnej miąższości dochodzącej do 20 m. Spąg utworów czwartorzędowych stanowią nieprzepuszczalne iły mioceńskie.

Występuje tutaj wyłącznie jeden poziom wodonośny, o miąższości dochodzącej do 10 m, związany z piaszczysto-żwirowymi osadami czwartorzędu. Poziom ten spełnia kryteria poziomu użytkowego (UPW). Zwierciadło wody podziemnej zalega na głębokości od około 1,5 do około 4,5 m p.p.t. i ma generalnie charakter swobodny, a jedynie lokalnie może mieć charakter lekko napięty. Izolacja poziomu czwartorzędowego od powierzchni terenu jest bardzo słaba, praktycznie jest to poziom odkryty, jedynie miejscami występuje warstwa glin o miąższości dochodzącej do 3 m. Zasilanie czwartorzędowego poziomu wodonośnego odbywa się przez infiltrację opadów atmosferycznych, bazę drenażu natomiast stanowi rzeka Dunajec (rys. 21).

Wody w utworach czwartorzędowych są najczęściej wodami typu  $\text{HCO}_3\text{-SO}_4\text{-Ca-(Mg)}$ , o podwyższonej mineralizacji, niskiej zawartości chlorków, nieco podwyższonej zawartości siarczanów i ponadnormatywnej ilości żelaza i manganu. Charakterystyczna jest zwiększona zawartość związków azotu: amoniaku, azotynów i azotanów, nieprzekraczająca jednak wartości granicznych dla wód przeznaczonych do spożycia przez ludzi.

**Identyfikacja i ocena zagrożenia wód podziemnych.** Trasa prezentowanego odcinka przecina dolinę Dunajca. Występuje tu tylko jeden poziom wodonośny, związany z piaszczysto-żwirowymi utworami akumulacji rzecznej. W sąsiedztwie omawianego odcinka brak jest ujęć zbiorowego zaopatrzenia ludności w wodę do picia. Miejscowości zaopatrywane są z ujęć (podziemnych i powierzchniowych) zlokalizowanych z dala od trasy projektowanej autostrady. Istniejące pojedyncze studnie wiercone przeważnie są nieczynne. Woda ze studni kopanych, jeżeli są w ogóle eksploatowane, służy do celów gospodarczych i sanitarnych oraz do podlewania upraw przydomowych.

Na podstawie przeprowadzonej analizy uznano, że budowa i eksploatacja autostrady nie będzie stwarzała zagrożenia dla ujęć wody znajdujących się w rejonie jej lokalizacji, ponieważ są one położone zbyt daleko (ujęcie powierzchniowe na Dunajcu, powyżej spływu wód z rejonu autostrady), albo na kierunku dopływu wód do trasy projektowanej autostrady (ujęcie Niwka-Dwudniaki).



Zagrożenie wód podziemnych zostało scharakteryzowane wzdłuż całej trasy autostrady. W sąsiedztwie wybranego odcinka użytkowy poziom czwartorzędowy (I poziom wodonośny) nie posiada izolacji lub jest to izolacja słaba, więc na przeważającej części obszaru jest on klasyfikowany jako silnie zagrożony (odpowiednio klasa A i klasa B, wg klasyfikacji Kleczkowskiego i in. [1990]) (rys. 20). W analizie zagrożenia wykorzystano ocenę naturalnej podatności wód podziemnych na zanieczyszczenie, wykonaną wg metodyki Witczaka i Żurek [1994], opisanej w podrozdziale 4.3.3.3 oraz kierunki i prędkości przepływu wód podziemnych wyznaczone na mapie hydroizohips (rys. 19).

Hydrogeologiczna ocena lokalizacji autostrady. Z hydrogeologicznego punktu widzenia, lokalizacja dokumentowanego odcinka nie powinna powodować większych konfliktów. Jej zalety i wady są następujące:

1) Zalety lokalizacji:

- ❑ autostrada przebiega poza obszarami zasilania jedyne go istniejącego na tym terenie komunalnego ujęcia wód podziemnych w Niwce-Dwudniakach; komunalne ujęcie wody na rzece Dunajec położone jest powyżej obszaru spływu wód z rejonu autostrady;
- ❑ spadki hydrauliczne w poziomie czwartorzędowym są stosunkowo duże, a drenaż poziomu przez rzekę Dunajec – intensywny. Ułatwia to szybką wymianę wody w tym poziomie i jego samooczyszczanie;
- ❑ wodonośność osadów czwartorzędowych jest stosunkowo duża, wydajność potencjalna studni wierconej wzrasta w kierunku północnym; w rejonie Wierzchosławic wynosi około 10 – 20 m<sup>3</sup>/h, na północ od projektowanej trasy zwiększa się do 30 – 40 m<sup>3</sup>/h. Tak więc rezerwy zasobowe są znaczne, wykorzystane w małym stopniu; w razie zanieczyszczenia wód jest zawsze możliwość przeniesienia ujęcia w inne miejsce;
- ❑ lokalizacja miejsc obsługi podróżnych w bliższym sąsiedztwie rzeki umożliwia prawidłowe prowadzenie gospodarki ściekowej przez oczyszczalnię, dla których rzeka jest dużym odbiornikiem oczyszczonych ścieków.

2) Wady lokalizacji:

- ❑ brak lub słaba izolacja czwartorzędowego poziomu wodonośnego na prawie całym prezentowanym odcinku autostrady;
- ❑ płytko zalegające zwierciadło wody poziomu czwartorzędowego (3 – 5 m p.p.t.).

**Zalecenia ochronne.** Przewidywane rozwiązania techniczne projektowanej autostrady A-4, której fragment stanowi prezentowany odcinek, mają w pełni zabezpieczyć wody powierzchniowe i podziemne przed oddziaływaniem autostrady. Pobocza mają być wyłożone matami bentonitowymi a całość wód opadowych i roztopowych ma być oczyszczana w separatorach przed ich odprowadzeniem do rzek i rowów melioracyjnych. Jakość zrzucanych ścieków ma być monitorowana zgodnie z przepisami. W związku z tym uznano w dokumentacji, że nie ma potrzeby ani uzasadnienia tworzenia specjalnej rozbudowanej sieci monitoringu wód

podziemnych wzdłuż trasy autostrady. Ze względu na szczególne zagrożenie dla środowiska gruntowo-wodnego spowodowane przez koncentrację różnego rodzaju obiektów (stacje benzynowe, restauracje, bary, myjnie) w miejscach obsługi podróży (MOP) zaproponowano budowę sieci lokalnego monitoringu w pobliżu MOP III „Komorów”, zlokalizowanego na trasie prezentowanego odcinka na kierunku spływu wód z autostrady.

## **5.5. DOKUMENTACJA ODCINKA AUTOSTRADY PRZEBIEGAJĄCEGO PRZEZ OBSZAR GŁÓWNEGO ZBIORNIKA WÓD PODZIEMNYCH W OŚRODKU POROWYM W REJONIE UJĘĆ WODY**

**Obszar badań i lokalizacja autostrady.** Dokumentacja określająca warunki hydrogeologiczne wykonana została dla odcinka projektowanej autostrady A-4 o długości 32,6 km, pomiędzy węzłami „Wielicka” (km 436+000) i „Bochnia” (km 468+600). Odcinek ten przebiega przez południowo-wschodnią część miasta Krakowa i tereny w powiecie wielickim w województwie małopolskim. Takie wydzielenie odcinka z projektowanej autostrady A-4 zostało przyjęte według zatwierdzonego projektu prac geologicznych. W odniesieniu do odcinka autostrady A-4, o długości około 20 km, przebiegającego w granicach byłego województwa miejskiego krakowskiego, wydano w 1998 roku decyzję o ustaleniu lokalizacji autostrady płatnej, a aktualnie trwa postępowanie o wydawania pozwolenia na budowę.

Wydzielenie odcinka Kraków – Bochnia do szczegółowego udokumentowania nie ma uzasadnienia merytorycznego, bo tylko częściowo przebiega on przez obszar głównego zbiornika wód podziemnych, a wydzielenie to zostało dokonane ze względów administracyjnych, a nie hydrogeologicznych. Na etapie szczegółowego projektowania autostrady i postępowania administracyjnego podział ten uległ zresztą zmianie. Do prezentacji wybrano część odcinka projektowanej autostrady, przebiegającą przez obszar GZWP-451 – Subzbiornik Bogucice, w rejonie dwóch dużych ujęć wód podziemnych: Bieżanów i Węgrzce Wielkie. Odcinek ten uznano za newralgiczny ze względu na małą odległość między studniami ujęcia Bieżanów a projektowaną trasą autostrady, zasobność i dobrą jakość wód zbiornika i znaczenie tych ujęć wody podziemnej dla zbiorowego zaopatrzenia w wodę.

**Materiały wyjściowe do opracowania dokumentacji.** Dokumentacja została opracowana głównie na podstawie analizy zebranych materiałów archiwalnych, uzupełnionych wykonanymi badaniami terenowymi, geofizycznymi i laboratoryjnymi. Lokalizacja przebiegu autostrady na tym odcinku została już ostatecznie ustalona, a prace przygotowawcze do realizacji inwestycji są na końcowym etapie, w związku z czym prezentowany odcinek ma bardzo dobrze rozpoznane warunki hydrogeologiczne na podstawie rozmieszczonych wzdłuż trasy autostrady otworów geologiczno-inżynierskich i hydrogeologicznymi. Zrezygnowano zatem

z wykonywania projektowanych prac wiertniczych i badań trytowych w celu oznaczenia wieku wody.

Badania terenowe i laboratoryjne na potrzeby dokumentacji na tym odcinku wykonano w następującym zakresie:

- ❑ badania geofizyczne, sondowań geoelektrycznych – przekrój wzdłuż autostrady o długości 3,6 km i przekrój tomografii elektrooporowej, o długości około 900 m,
- ❑ kartowanie hydrogeologiczne obejmujące pomiar głębokości zwierciadła wody oraz pH i konduktywności w 16 punktach (piezometry i studnie kopane),
- ❑ kartowanie sozologiczne,
- ❑ pobranie 12 prób wody ze studni wierconych, piezometrów i 1 studni kopanej,
- ❑ wykonanie laboratoryjnych oznaczeń fizykochemicznych pobranych 11 prób wody w zakresie 27 podstawowych oznaczeń rozszerzonych o oznaczenia substancji ropopochodnych, amoniaku i utlenialności i jednej w zakresie 27 podstawowych oznaczeń.

Prace terenowe i laboratoryjne realizowane były na podstawie wykonanego znacznie wcześniej projektu prac geologicznych, w którym zakres i lokalizacja projektowanych prac nie były optymalnie zaprojektowane, a w świetle wykonanych prac geologicznych na tym odcinku w okresie od zatwierdzenia projektu do realizacji dokumentacji w ogóle nieuzasadnione. Dlatego też dokumentacja dla prezentowanego odcinka została oparta głównie na rozpoznaniu geologicznym wynikającym z materiałów archiwalnych.

**Ogólna charakterystyka warunków hydrogeologicznych.** Prezentowany odcinek będący fragmentem odcinka Kraków Biezanów – Bochnia projektowanej autostrady, położony jest w obrębie dwóch mezoregionów fizyczno-geograficznych: Podgórze Wielickiego oraz Niziny Nadwiślańskiej, będącej fragmentem Kotliny Sandomierskiej. Występują tutaj dwa piętra wodonośne:

- ❑ czwartorzędowe, w obrębie którego występuje jeden poziom wodonośny;
- ❑ neogeńskie, w obrębie którego wydziela się dwa poziomy wodonośne: poziom górny (generalnie do 100 m p.p.t.) oraz poziom dolny (100 – 210 m p.p.t.).

Czwartorzędowy poziom wodonośny jest związany z piaszczysto-żwirowymi utworami akumulacji rzecznej i wodnolodowcowej, które na ogół zalegają pod warstwą glin, pyłów i mad o zmiennej miąższości. Poziom ten ma podrzędne znaczenie użytkowe i jest ujmowany jedynie pojedynczymi studniami kopanymi. Pierwszorzędne znaczenie użytkowe natomiast ma poziom wodonośny miocenu, występujący w obrębie warstw grabowieckich, a szczególnie związany z występowaniem piasków bogucickich. Poziom ten, ze względu na swoje użytkowe znaczenie, został wydzielony jako Główny Zbiornik Wód Podziemnych nr 451 – Subzbiornik Bogucice.

W obrębie użytkowego poziomu wodonośnego miocenu zostały wyodrębnione dwa kompleksy wodonośne. Granica między nimi jest umowna, związana z głębokością występowania. Pierwszy kompleks sięga do głębokości około

80 – 100 m p.p.t., drugi natomiast obejmuje przedział głębokości 100 – 200 m p.p.t.

Wodonośny poziom w piaskach bogucickich ma charakter naporowy, miejscami występują nawet warunki artezyjskie (rys. 24). Utworami napinającymi są ility krakowieckie, choć wiele przesłanek wskazuje, że pokrywa ta może być nieciągła. Swobodne zwierciadło tego poziomu występuje jedynie w rejonie wychodni. Przepływ strumienia wód odbywa się generalnie w kierunku północnym, bazą drenazową jest rzeka Wisła. Prędkości przepływu poziomego w obrębie zbiornika są bardzo zróżnicowane i wynoszą od ponad 300 do około 20 – 30 m/rok (rys. 22).

Zasilanie poziomu wodonośnego w piaskach bogucickich związane jest głównie z infiltracją opadów atmosferycznych na obszarze wychodni, choć nie można wykluczyć możliwości przesączania się wód opadowych przez przepuszczalne i półprzepuszczalne utwory czwartorzędowe oraz poprzez słabo przepuszczalne ility krakowieckie, przykrywające szeroko rozprzestrzenione warstwy grabowieckie. Średni wiek wód piętra neogeńskiego, oznaczony metodą radiowęglą  $^{14}\text{C}$ , został określony na 3 – 4 tys. lat.

Wody tego poziomu są wodami typu  $\text{HCO}_3\text{-SO}_4\text{-Ca-(Mg)}$  lub  $\text{HCO}_3\text{-Ca-Mg}$ , o mineralizacji dochodzącej do  $550 \text{ mg/dm}^3$ . Zawartość związków żelaza i manganu przekracza dopuszczalną zawartość tych mikroelementów w wodach pitnych. Podwyższona zawartość amoniaku oraz siarczanów jest charakterystyczna dla tych wód i ma pochodzenie geogeniczne. Generalnie są to wody o dobrej i bardzo dobrej jakości, wymagające jedynie prostego uzdatniania (usuwanie związków żelaza i manganu).

Wody piętra neogeńskiego są na tym terenie ujmowane kilkoma ujęciami i służą do zbiorowego zaopatrzenia w wodę. Kompleks nieprzepuszczalnych iłów krakowieckich o znacznej miąższości zapewnia odpowiednią izolację tych wód przed zanieczyszczeniami przenikającymi z powierzchni terenu. Zagrożonymi obszarami są obszary wychodni piasków bogucickich na powierzchnię lub występujące pod przepuszczalnymi utworami czwartorzędowymi. Sytuacja taka ma miejsce m.in. na prezentowanym odcinku projektowanej autostrady, w bezpośrednim sąsiedztwie dużego ujęcia komunalnego Bieżanów zaopatrującego w wodę m.in. miasto Wieliczkę (rys. 24).

**Identyfikacja i ocena zagrożenia wód podziemnych.** Prezentowany odcinek autostrady w rejonie Kraków Bieżanów – Węgrzce Wielkie stanowi fragment projektowanej autostrady A-4 Kraków Bieżanów – Bochnia. W wydanej decyzji lokalizacyjnej dotyczącej części tego odcinka od Bieżanowa do Szarowa został sformułowany wymóg, że eksploatacja autostrady nie może zmienić stanu wód podziemnych w jej sąsiedztwie. Mimo to w dokumentacji dokonano identyfikacji obiektów, które teoretycznie mogą być zagrożone w sytuacji, w której zaprojektowane zabezpieczenia nie spełniałyby swojej roli. Identyfikacji tej poddano ujęcia zbiorowego zaopatrzenia ludności w wodę do picia, indywidualne studnie wiercone i kopane oraz użytkowe poziomy wodonośne. Ponieważ cały omawiany rejon zaopatrywany jest w wodę z ujęć komunalnych, studnie indywidualne są nieczynne bądź używane jedynie do celów gospodarczych.

Prezentowany odcinek autostrady przebiega w pobliżu dwóch dużych ujęć wód podziemnych, zaopatrujących w wodę miasto Wieliczkę oraz miejscowości z nim sąsiadujące. Są to ujęcia w Bieżanowie i Węgrzcach Wielkich, eksploatujące wody piętła neogeńskiego (rys. 22).

Na podstawie przeprowadzonej analizy uznano, że budowa i eksploatacja autostrady stanowi zagrożenie dla ujęcia w Bieżanowie, znajdującego się na kierunku spływu wód z projektowanej autostrady, ujęcie w Węgrzcach Wielkich natomiast nie jest zagrożone, ponieważ znajduje się na kierunku dopływu wód do projektowanej trasy (rys. 23).

Zagrożenie wód piętła neogeńskiego na prezentowanym odcinku jest zróżnicowane: największe w rejonie ujęcia w Bieżanowie (klasa A i klasa B wg klasyfikacji Kleczkowskiego i in. [1990]), spowodowane słabą izolacją piętła neogeńskiego w tym rejonie. Dalej w kierunku wschodnim strop utworów wodonośnych wyraźnie się obniża, a izolacja jest pełna (pakiet utworów ilastych o miąższości 15 – 50 m). Zagrożenie poziomu czwartorzędowego jest duże (rys. 23). Zasięg jego rozprzestrzenienia jest ograniczony do doliny Wisły. Poziom ten nie ma znaczenia użytkowego z uwagi na złą jakość wody i małą zasobność.

W analizie zagrożenia wykorzystano ocenę naturalnej podatności wód podziemnych na zanieczyszczenie, wykonaną wg metodyki Witczaka i Żurek [1994] oraz kierunki i prędkości przepływu wód podziemnych wyznaczone na mapach hydroizohips (rys. 22), a także w odniesieniu do wód piętła neogeńskiego – obliczenia czasu przepływu zamieszczone w dokumentacjach archiwalnych.

**Hydrogeologiczna ocena lokalizacji autostrady.** Z hydrogeologicznego punktu widzenia, lokalizacja prezentowanego odcinka autostrady została uznana za konfliktową w części zachodniej pomiędzy Bieżanowem a Czarnochowicami oraz niekonfliktową – na pozostałym odcinku.

Duża konfliktowość autostrady w części zachodniej jest spowodowana:

- ❑ słabą izolacją wód piętła neogeńskiego lub jej brakiem (obecność wychodni wodonośnych piasków bogucickich),
- ❑ bezpośrednim sąsiedztwem dużego ujęcia komunalnego w Bieżanowie (skrajne studnie tego ujęcia położone są w odległości zaledwie ok. 200 m na północ od osi projektowanej autostrady), zlokalizowanego na kierunku spływu wód z autostrady,
- ❑ przebiegiem autostrady przez wyznaczoną choć nie ustanowioną strefę ochrony pośredniej ujęcia wody podziemnej w Bieżanowie.

**Zalecenia ochronne.** Dla odcinka Kraków Bieżanów – Węgrzce Wielkie, w obrębie którego znajduje się prezentowany fragment autostrady, w projekcie budowlanym przewidziano rozwiązania techniczne, które mają w pełni zabezpieczyć wody powierzchniowe i podziemne przed oddziaływaniem autostrady. Pobożca mają być wyłożone matami bentonitowymi, a całość wód opadowych i roztopowych ma być oczyszczana w separatorach przed ich odprowadzeniem do cieków powierzchniowych i rowów melioracyjnych. Jakość zrzucanych ścieków ma być monitorowana zgodnie z przepisami.

Ze względu na szczególne zagrożenia, jakie stwarza autostrada w rejonie Biezanowa, w dokumentacji przedstawiono propozycje nadzwyczajnych działań zabezpieczających, polegających na:

- konieczności przestrzegania bardzo restrykcyjnego reżimu budowlanego,
- budowie specjalnej sieci monitoringowej pomiędzy ujęciem a autostradą.

Ze względu na lokalizację na omawianym odcinku autostrady miejsc obsługi podróżnych: MOP „Podłęże” i MOP „Zakrzów”, proponuje się te dwa miejsca objąć monitoringiem wód podziemnych.

## **5.6. DOKUMENTACJA ODCINKA AUTOSTRADY PRZEBIEGAJĄCEGO PRZEZ OBSZAR GŁÓWNEGO ZBIORNIKA WÓD PODZIEMNYCH W OŚRODKU SZCZELINOWO-KRASOWYM W REJONIE UJĘCIA WODY**

**Obszar badań i lokalizacja autostrady.** Dokumentację określającą warunki hydrogeologiczne wykonano dla odcinka projektowanej autostrady A-1 o długości około 6 km, obejmującego fragment trasy, przebiegający przez strefę ochrony pośredniej ujęcia wody „Wierzchowisko”. Odcinek ten został wytypowany w sporządzonym wcześniej projekcie prac geologicznych do badań szczegółowych, jako najbardziej zagrożony rejon w obszarze GZWP-326 – Częstochowa E, występujący wzdłuż projektowanej trasy autostrady A-1. Odcinek ten przebiega na północny zachód od Częstochowy, przez tereny należące do gminy i powiatu Kłobucki oraz gminy Mykanów, w powiecie częstochowskim. Autostrada A-1 między Łodzią a Sośnicą (połączenie z A-4) ma lub w najbliższym czasie będzie miała wydane decyzje lokalizacyjne. Prezentowany fragment autostrady A-1 mieści się w całości w odcinku Rzasawa – Woźniki, dla którego decyzja o ustaleniu lokalizacji autostrady została wydana przez Wojewodę Śląskiego w grudniu 2003 r. Ponieważ odcinek autostrady A-1 Łódź – Pyrzowice ma być realizowany przez koncesjonariusza (którego wyboru jeszcze nie dokonano) po 2007 r., aktualnie prace przygotowawcze inwestycji są na etapie koncepcji i podjęcia decyzji lokalizacyjnej.

Wydzielenie prezentowanego odcinka do szczegółowego udokumentowania jest uzasadnione, bo odcinek ten należy uznać za newralgiczny ze względu na przebieg przez obszar głównego zbiornika wód podziemnych, jak również obszar strefy ochrony pośredniej ujęcia „Wierzchowisko”, zaopatrującego w wodę miasto Częstochowę, a eksploatowanego przez Wodociągi Częstochowskie S.A. Ujęcie to, eksploatowane od 1929 r., składające się ze źródła ujętego w formie studni kopanej i pięciu studni wierconych, ma ustalone zasoby eksploatacyjne w kat.B – 1834 m<sup>3</sup>/h, z czego zatwierdzone w kat.A to 743 m<sup>3</sup>/h; pobór wody z ujęcia wynosi około 16 – 18 tys. m<sup>3</sup>/d. Jest to więc ujęcie zasobne o dużym znaczeniu w zbiorowym zaopatrzeniu w wodę.

**Materiały wyjściowe do opracowania dokumentacji.** Prezentowana dokumentacja została opracowana na podstawie analizy wykonanych badań terenowych, geofizycznych i laboratoryjnych, uzupełnionych zebranymi materiałami archiwalnymi.

Do celów niniejszej dokumentacji wykonano:

- ❑ odwierty 5 otworów badawczych o głębokości od 17,7 do 31,0 m i łącznym metrażu 120,6 m, zlokalizowane pomiędzy trasą projektowanej autostrady, a ujęciem wody;
- ❑ badania geoelektryczne – pionowe sondowania elektrooporowe (SGE) w trzech ciągach: wzdłuż trasy projektowanej autostrady, wzdłuż ujęcia wody „Wierzchowisko” i pomiędzy projektowaną autostradą a ujęciem wody, o łącznej długości 17 km,
- ❑ geofizyczne badania tomografii elektrooporowej (obrazowania elektrooporowego) wzdłuż 10 profili, o łącznej długości około 21,5 km,
- ❑ kartowanie hydrogeologiczne i sozologiczne na obszarze około 17 km<sup>2</sup>,
- ❑ pobranie 14 prób wody do analizy fizykochemicznej: 6 ze studni ujęcia: „Wierzchowisko”, 3 – z wykonanych otworów badawczych, 1 – ze studni wierconej prywatnego użytkownika ujmującej jurajski poziom wodonośny, 3 – ze studni kopanych ujmujących czwartorzędowy poziom wodonośny oraz 1 – z ciekłu powierzchniowego stanowiącego dopływ potoku Tylinka,
- ❑ analizy fizykochemiczne w zakresie 27 podstawowych oznaczeń rozszerzonych o oznaczenia substancji ropopochodnych, amoniaku i utlenialności dla wód ujęcia „Wierzchowisko”, otworów badawczych i studni ujmującej jurajski poziom wodonośny; dla pozostałych prób – w zakresie 27 podstawowych oznaczeń.

Prace terenowe były wykonywane na podstawie opracowanego wcześniej projektu prac geologicznych. Stwierdzone w trakcie prac wiertniczych warunki geologiczne znacznie odbiegały od zakładanych: zamiast utworów jurajskich nawiercono utwory czwartorzędowe o znacznej miąższości i w dwóch otworach ich nie przewiercono, w związku z czym nie pobrano też wody do badań. W wyniku błędów projektowych wykonanie pięciu otworów badawczych o zakładanym łącznym metrażu nie pozwoliło na pełne rozpoznanie budowy geologicznej, a w szczególności rozpoznanie stopnia izolacji górnourajskiego poziomu wodonośnego od powierzchni terenu i głębokości występowania pierwszego poziomu wodonośnego. Braki rozpoznania otworami wiertniczymi zostały częściowo zniwelowane badaniami geofizycznymi, wykonanymi w szerszym zakresie i ilości niż zakładano. Ze względu na skomplikowaną budowę geologiczną i wymaganą penetrację głębokościową 80 – 100 m, badania w projektowanych ciągach podłużnych wykonano jako sondowania geoelektryczne SGE, a jako badania uzupełniające wykonano podłużne i poprzeczne profile tomografii elektrooporowej.

**Ogólna charakterystyka warunków hydrogeologicznych.** Teren badań pod względem geologicznym położony jest w obrębie monokliny śląsko-krakowskiej. Monoklina zbudowana jest z utworów triasu i jury, zapadających w kierunku północno-wschodnim. Północno-wschodnią granicę monokliny wyznacza zasięg

osadów kredowych niecki miechowskiej. Na utworach górnej jury zalegają bezpośrednio osady czwartorzędu, tworzące pokrywę utworów jurajskich o bardzo zmiennej miąższości. Występują tutaj dwa piętra wodonośne: czwartorzędowe i jurajskie (rys. 27).

Czwartorzędowe piętro wodonośne jest związane z utworami piaszczystymi i piaszczysto-żwirowymi osadami plejstoceniowymi pochodzenia rzeczno- lodowcowego oraz w mniejszym stopniu osadami rzeczno- holocenu. Tworzą one od jednego do trzech poziomów wodonośnych, rozdzielonych słabo przepuszczalnymi osadami, głównie mułkami, piaskami gliniastymi i glinami. Jest to piętro nieciągłe z uwagi na ograniczone rozprzestrzenienie osadów wodonośnych. Miąższość utworów wodonośnych jest bardzo zróżnicowana i waha się od kilku do kilkudziesięciu metrów. Największa miąższość czwartorzędowych utworów wodonośnych występuje w kopalnej rynnicy w okolicach Szarlejki i w słabo rozpoznanej kopalnej dolinie Prawarty. Kopalna dolina Prawarty została dość dobrze rozpoznana w wyniku prac geofizycznych, realizowanych na potrzeby niniejszej dokumentacji. Więż hydrauliczna między poszczególnymi poziomami wodonośnymi czwartorzędu i poziomem wodonośnym jury górnej jest zróżnicowana. Poziomy wodonośne czwartorzędu są zasilane głównie przez infiltrację opadów. Na pewnych odcinkach dolin kopalnych i współczesnych są zasilane lateralnie i ascenzyjnie z wód podziemnych krążących w utworach górnej jury.

Wody podziemne z utworów czwartorzędowych ze względu na małą zasobność, złą jakość i podatność na zanieczyszczenia nie są wykorzystywane do zbiorowego zaopatrzenia w wodę. Są one ujmowane studniami kopanymi.

W obrębie jurajskiego piętra wodonośnego występują trzy poziomy wodonośne: w utworach węglanowych górnej jury (poziom wodonośny jury górnej – górnourajski), w piaskach i piaskowcach warstw kościeliskich (poziom wodonośny jury środkowej) oraz w utworach piaszczystych i żwirowych warstw olewińskich i łysieckich (poziom wodonośny jury dolnej).

W prezentowanym rejonie użytkowe znaczenie ma poziom wodonośny związany ze spękaniem i skrasowiałymi wapieniami górnej jury, tworzącymi rozległy i zasobny zbiornik wód podziemnych. Jest to górnourajski poziom wodonośny, tworzący główny zbiornik wód podziemnych GZWP-326 – Częstochowa E. Górnourajski poziom wodonośny ma charakter szczelinowo-krasowo-porowy. Utworami wodonośnymi są głównie wapień oraz podrzędnie wapień margliste oksfordu i niewielkiej miąższości utwory węglanowe najwyższej części jury środkowej – keloweju. Zdolność do gromadzenia wód w osadach węglanowych jury górnej zależy od stopnia porowatości, spękania i skrasowienia. Parametry te wykazują bardzo silne zróżnicowanie, co ma również odbicie w zróżnicowaniu parametrów hydrogeologicznych skał. Porowatość masywu skalnego (matrycy) waha się od kilku do kilkunastu procent, ma ona zasadnicze znaczenie ze względu na retencję i zasobność wód podziemnych zbiornika, lecz odgrywa drugorzędną rolę w przepuszczalności hydraulicznej.



Podstawową rolę w ruchu wód, a co za tym idzie migracji zanieczyszczeń, odgrywa porowatość krasowa i szczelinowa (kawernistość i szczelinowatość). Kanały krasowe i strefy spekań pełnią rolę kolektorów zbierających wodę z całego masywu skalnego. Przepuszczalność, a co za tym idzie wodonośność utworów górnej jury, jest bardzo zróżnicowana. Współczynniki filtracji, obliczone na podstawie próbnych pompowań studni ujęcia „Wierzchowisko” mieszczą się w przedziale od 0,000041 m/s do 0,00041 m/s. Zwierciadło wód zalega na głębokości od kilku metrów w północnej części dokumentowanego obszaru do kilkunastu metrów w jego południowej części. Kierunek przepływu wód podziemnych jest generalnie ku północy. Podstawę drenażu stanowią doliny rzek i ujęcie „Wierzchowisko”. Na podstawie takich danych, jak: współczynnik filtracji  $k = 0,0004$  m/s, spadek hydrauliczny  $I = 0,005$  oraz porowatość efektywną  $n_e = 0,03$ , wstępnie oszacowano prędkość przepływu wód podziemnych między projektowaną autostradą a studniami ujęcia „Wierzchowisko”. Prędkość ta wynosi około 6 m/d (rys. 25). Przy przepływach kanałowych prędkość ta może być jeszcze większa (do kilkudziesięciu m/d).

Górnourajski poziom wodonośny jest zasilany bezpośrednio przez wody infiltrujące na wychodniach wapieni oraz pośrednio wodami infiltrującymi przez utwory czwartorzędowe. Bardzo prawdopodobne jest zasilanie poziomu wodonośnego górnej jury wodami powierzchniowymi infiltrującymi z cieków w obszarze zasięgu leja depresji ujęcia „Wierzchowisko”.

**Identyfikacja i ocena zagrożenia wód podziemnych.** W rejonie projektowanej autostrady występują dwa użytkowe poziomy wodonośne: górnourajski o znaczeniu podstawowym dla zaopatrzenia ludności w wodę oraz poziom czwartorzędowy mający znaczenie lokalne. Na znacznej części rozpatrywanego obszaru poziom wodonośny czwartorzędu pozostaje w łączności hydraulicznej z poziomem górnej jury, tworząc wspólny czwartorzędowo-górnourajski kompleks (poziom) wodonośny.

Projektowany odcinek autostrady przebiega przez obszar GZWP-326 – Częstochowa E i jego obszary ochronne, przy czym obszary te nie mają umocowania prawnego, oraz przez obszar ustanowionej strefy ochrony pośredniej ujęcia komunalnego „Wierzchowisko”, zaopatrującego w wodę aglomerację miejską Częstochowy.

W sąsiedztwie projektowanej autostrady, w odległości od 500 m do 1300 m znajdują się studnie ujęcia wód podziemnych „Wierzchowisko” (rys. 25). Ujęcie to znajduje się na kierunku przepływu wód podziemnych od autostrady.

Czasy przesiąkania pionowego wód infiltracyjnych z powierzchni terenu w dokumentowanym rejonie są bardzo szybkie i wynoszą dla poszczególnych profili geologicznych od mniej niż jeden rok do kilku lat.

Największe zagrożenie zanieczyszczeniem wód podziemnych GZWP-326 istnieje na obszarach, gdzie odsłaniają się na powierzchni lub są słabo izolowane wychodnie węglanowych utworów górnej jury. Obszary takie występują w najbliższym sąsiedztwie ujęcia „Wierzchowisko”, tj. od około 500 do 700 m na

południe od ujęcia. W związku z powyższym odporność górnourajskiego poziomu wodonośnego na zanieczyszczenia jest mała, co stwarza zagrożenie średnie i wysokie (rys. 26).

Na Mapie hydrogeologicznej Polski, arkusz: Ostrowy stopień zagrożenia górnourajskiego użytkowego poziomu wodonośnego w rejonie projektowanej autostrady oceniono na bardzo wysoki.

W wyniku kartowania sozologicznego zinventaryzowano obiekty, które mogą stanowić potencjalne zagrożenie dla wód podziemnych. Potencjalne największe zagrożenie stwarza rurociąg naftowy Przedsiębiorstwa Eksploatacji Rurociągów Naftowych (PERN), którym transportuje się produkty ropopochodne z Płocka do Boronowa, ułożony między ujęciem a trasą projektowanej autostrady. Rurociąg ten nie ma żadnej rury osłonowej, zapobiegającej rozprzestrzenianiu się ewentualnych wycieków z rury transportującej do środowiska, stanowi on zatem podstawowe zagrożenie wód podziemnych w rejonie Częstochowy. Ponadto do obiektów potencjalnie uciążliwych dla środowiska przyrodniczego można zaliczyć drogę szybkiego ruchu nr 1, przebiegającą na wschód od dokumentowanego obszaru. Do obiektów zagrażających hydrosferze podziemnej można zaliczyć także brak kanalizacji w miejscowościach leżących w pobliżu trasy autostrady oraz zlokalizowane w badanym obszarze szklarnie ogrodnicze i niewielkie zakłady galwanizerskie.

**Hydrogeologiczna ocena lokalizacji autostrady.** Z hydrogeologicznego punktu widzenia lokalizacja całego prezentowanego odcinka autostrady A-1 została uznana za konfliktową. Duża konfliktowość autostrady w rejonie Wierchowiska jest spowodowana:

- ❑ słabą izolacją wód poziomu górnourajskiego lub jej całkowitym brakiem w zasięgu spękanych i skrasowiałych wychodni wapieni górnej jury,
- ❑ bezpośrednim sąsiedztwem dużego ujęcia komunalnego wód podziemnych „Wierchowisko”; skrajne studnie ujęcia położone są w odległości około 500 – 700 m na północ od projektowanej autostrady, na kierunku spływu wód z autostrady,
- ❑ lokalizacją zarówno rozpatrywanego odcinka autostrady, jak i ujęcia wód „Wierchowisko” w zasięgu szczelinowo-krasowo-porowego głównego zbiornika wód podziemnych, który charakteryzują duże prędkości przepływu wód podziemnych,
- ❑ przebiegiem autostrady przez ustanowioną strefę ochrony pośredniej ujęcia wód podziemnych „Wierchowisko”.

**Zalecenia ochronne.** Na odcinku projektowanej autostrady w rejonie Wierchowiska konieczne należy zaprojektować takie rozwiązania techniczne, które mają w pełni zabezpieczyć wody powierzchniowe i podziemne przed negatywnym oddziaływaniem autostrady. Na całym projektowanym odcinku konieczny jest szczelny drenaż odbierający wody opadowe i roztopowe z powierzchni i poboczy autostrady. Pobocza mają być wyłożone matami bentonitowymi, a całość odbieranych wód ma być oczyszczana w separatorach przed ich odprowadzeniem

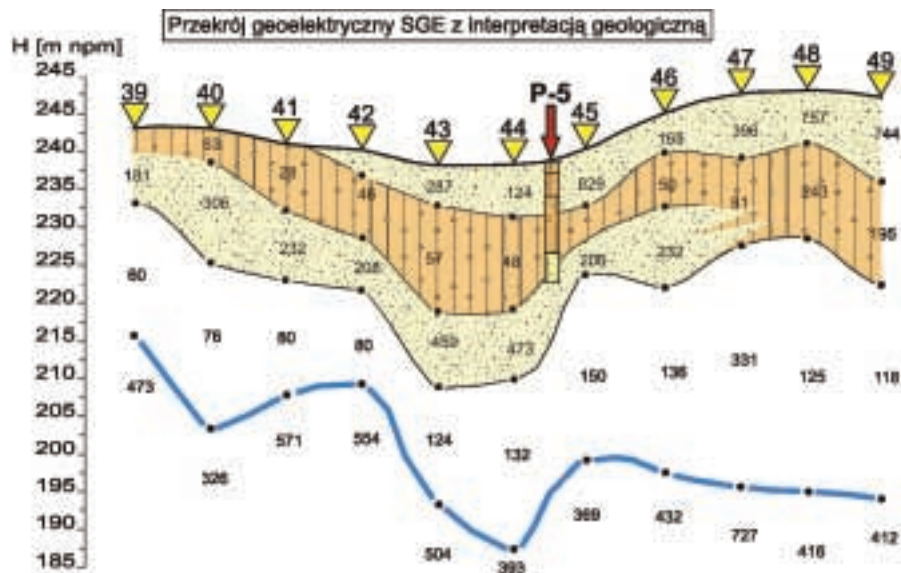
do zbiorników retencyjno-odparowywujących. Nie należy projektować zrzutu wód opadowych z obszaru autostrady do cieków powierzchniowych, ponieważ cieki te intensywnie zasilają jurajski poziom wodonośny.

Na całym rozpatrywanym odcinku konieczne jest przestrzeganie bardzo restrykcyjnego reżimu budowlanego, ze zwróceniem szczególnej uwagi na zróżnicowaną miąższość nadkładu i rejonu o niedużej miąższości nadkładu utworów słabo przepuszczalnych. Dodatkowo proponuje się budowę specjalnej sieci monitoringowej pomiędzy ujściem a autostradą.

## PIŚMIENICTWO

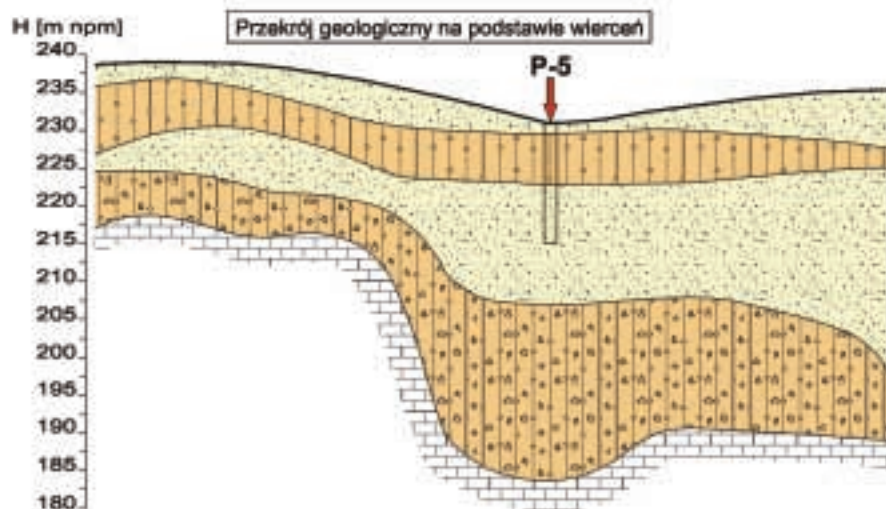
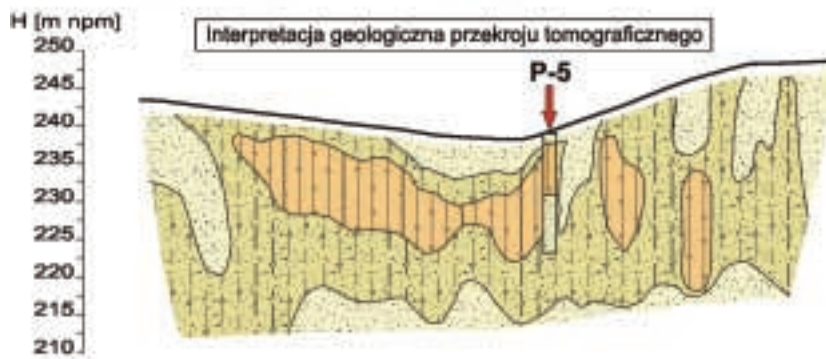
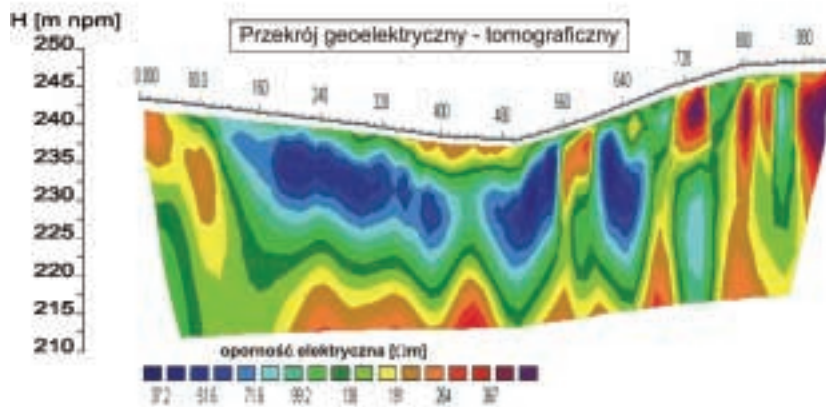
- Atlas hydrogeologiczny Polski. 1995. Paczyński B. (red.). Wyd. PIG, Warszawa.
- Atlas Rzeczypospolitej Polskiej. 1997. Główny Geodeta Kraju, Warszawa.
- Bażyński J., Mrągowski A. i in. 1999. Zasady sporządzania dokumentacji geologiczno-inżynierskich. Poradnik metodyczny. Ministerstwo Środowiska, Warszawa.
- Bury W. 1994. Migracja zanieczyszczeń w lessach strefy aeracji przy wykorzystaniu znaczników naturalnych i sztucznych. Metodyczne podstawy ochrony wód podziemnych. AGH, Kraków.
- Geiger W., Dreiseitl H. 1999. Nowe sposoby odprowadzania wód deszczowych. Poradnik. Oficyna Wydawnicza Proj-przem-EKO, Bydgoszcz.
- Grau A. 2000. Rozwiązanie wód deszczowych na małych działkach. Odprowadzanie i oczyszczanie ścieków deszczowych. Materiały na seminarium Polskie Zrzeszenie Inżynierów i Techników Sanitarnych. ATV, Wrocław.
- Górski J., Liszkowska E. 1997. Oddziaływanie drogowych tras komunikacyjnych na środowisko gruntowo-wodne. W: Współczesne problemy hydrogeologii. Tom VII. Kiekrz k.Poznań.
- Górski J., Liszkowska E. 1998. Ochrona środowiska geologicznego w otoczeniu dróg intensywnego ruchu. Główne problemy i propozycje ich rozwiązania. Materiały na II Ogólnopolskie sympozjum nt. Współczesne problemy geologii inżynierskiej w Polsce. 28 – 30.05.1998 Kiekrz k. Poznań.
- Kazimierski B., Sadurski A. i in. 1999. Monitoring osłonowy ujęć wód podziemnych. Metody badań, Wyd. PIG, Warszawa.
- Kleczkowski A.S. i in. 1984. Ochrona wód podziemnych. Wyd. Geol., Warszawa.
- Krogulec E., 2004. Ocena podatności wód podziemnych na zanieczyszczenia w dolinie rzecznej na podstawie przesłanek hydrodynamicznych. Wydawnictwa Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa.
- Liszkowska E. 2000. Główne problemy przy przejściu autostrad przez tereny podlegające ochronie wód powierzchniowych i podziemnych oraz przykłady ich rozwiązania. W materiałach na II Warsztaty szkoleniowe nt. Projektowanie systemów ochrony środowiska na trasie autostrad w terenach zurbanizowanych. 26 – 27.09.2000 Gdańsk.
- Macioszczyk A. i in. 1993. Klasyfikacja zwykłych wód podziemnych dla potrzeb monitoringu środowiska. Biblioteka Monitoringu Środowiska. PIOŚ, Warszawa.
- Macioszczyk A., Dobrzyński D. 2002. Hydrogeochemia strefy aktywnej wymiany wód podziemnych. PWN, Warszawa.
- Macioszczyk T., Rodzoch A., Frączek E. 1994. Projektowanie stref ochronnych źródeł i ujęć wód podziemnych. Poradnik metodyczny. MOŚZNiL, Warszawa.
- Mapa obszarów głównych zbiorników wód podziemnych (GZWP) w Polsce, wymagających szczególnej ochrony wraz z objaśnieniami. 1990. Kleczkowski A. S. (red.). IHiGI AGH, Kraków.

- Nadler A. Meissner E. 2002. Wyniki pracy obiektu doświadczalnego do docelowego oczyszczania i wsiąkania ścieków deszczowych z dróg i ulic. *Gaz, Woda i Technika Sanitarna* nr 2/2002, Warszawa.
- Nowakowska-Błaszczyk A. 1988. Możliwości wprowadzania wód opadowych do gruntu. *Ochrona Środowiska* nr 3. Instytut Ochrony Środowiska, Warszawa.
- Nowakowska-Błaszczyk A. 2001. Infiltracja wód opadowych do gruntu. Zasady stosowania (w tym projektowania) i przykłady obliczeniowe. Materiały na seminarium nt. Współczesne metody odprowadzania i zagospodarowywania wód opadowych z terenów zurbanizowanych – Zasady projektowania i przykłady obliczeniowe. COBRI, IOŚ, PZIITS, Warszawa.
- Osmulska-Mróż B. z zesp. 1993. Zasady ochrony środowiska w projektowaniu, budowie i utrzymaniu dróg. Dział 07 – Ochrona wód w otoczeniu dróg. Generalna Dyrekcja Dróg Publicznych, Warszawa.
- Osmulska-Mróż B. 1997. Źródła zanieczyszczenia i ochrona wód w rejonach tras samochodowych. W: *Współczesne problemy hydrogeologii*. Tom VII. Kiekrz k.Poznań.
- Rodzoch A. 1997. Ocena wrażliwości warstw wodonośnych na zanieczyszczenie w projektowaniu stref ochronnych ujęć wód podziemnych i obszarów GZWP. W: *Współczesne problemy hydrogeologii*. Tom VII. Kiekrz k.Poznań.
- Sawicka-Siarkiewicz H. 1999. Ograniczenie oddziaływania na środowisko gruntowo-wodne ścieków odprowadzanych z obiektów towarzyszących autostradom – Ochrona środowiska w Budowie i Eksploatacji Autostrad. Materiały konferencyjne. Toruń.
- Sawicka-Siarkiewicz H. 1999. Zanieczyszczenie ścieków opadowych odprowadzanych z tras szybkiego ruchu i terenów obiektów towarzyszących oraz metody ograniczania ich wpływu na odbiorniki. Materiały seminaryjne IOŚ – Odprowadzanie wód opadowych z terenów zurbanizowanych – problemy prawne, techniczne i ekologiczne. Jachranka.
- Sawicka-Siarkiewicz H. 2003. Ograniczanie zanieczyszczeń w spływach powierzchniowych z dróg. Wyd. IOŚ, Warszawa.
- Sawicka-Siarkiewicz H. 2003. Zabezpieczenie odbiorników przed dopływem substancji ropopochodnych. Materiały na Międzynarodową Konferencję Naukowo-Techniczną nt. Współczesne problemy gospodarki wodno-ściekowej. Koszalin-Kołobrzeg.
- Tracz M. i in. 1998. Wytyczne wykonywania ocen oddziaływania autostrad na środowisko. Ekodroga, Kraków.
- Staniewicz-Dubois H. 1995. Wskazówki metodyczne dotyczące tworzenia regionalnych i lokalnych monitoringów wód podziemnych. Biblioteka monitoringu środowiska. PIOŚ, Warszawa.
- Witeczak S. 2001. Modelowanie migracji zanieczyszczeń jako element oceny oddziaływania dróg na wody podziemne. Materiały na Konferencję Naukową nt. Wpływ infrastruktury komunikacyjnej na środowisko. 30.11.2001, Kraków.
- Witeczak S., Adamczyk A. 1994. Katalog wybranych fizycznych i chemicznych wskaźników zanieczyszczeń wód podziemnych i metod ich oznaczania. Biblioteka monitoringu środowiska. PIOŚ, Warszawa.
- Witeczak S., Żurek A. 1994. Wykorzystanie map glebowo-rolniczych w ocenie ochronnej roli gleb dla wód podziemnych. W: *Metodyczne podstawy ochrony wód podziemnych*. Kleczkowski A.S. (red.). Wyd. AGH, Kraków.
- Żurek A., Witeczak S., Duda R. 2002. Ocena podatności szczelinowych zbiorników wód podziemnych na zanieczyszczenie. W: *Jakość i podatność wód podziemnych na zanieczyszczenie*. Wyd. Wydziału Nauk o Ziemi Uniwersytetu Śląskiego, Sosnowiec.



**Przekroje geoelektryczne  
na odcinku  
Częstochowa- Wierzchowiska  
autostrady A -1**

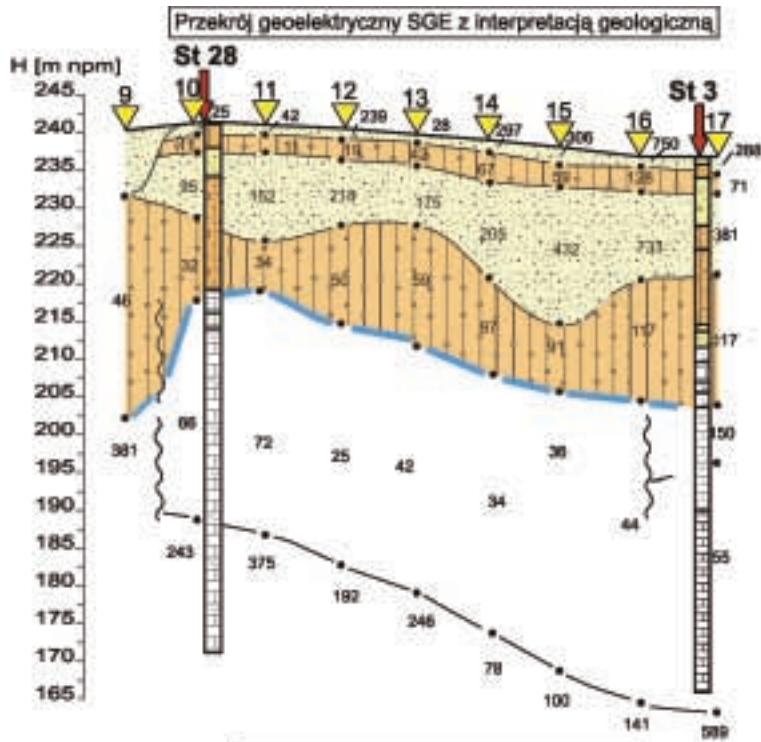
Skala 1:  $\frac{10\,000}{1000}$



**Objaśnienia:**

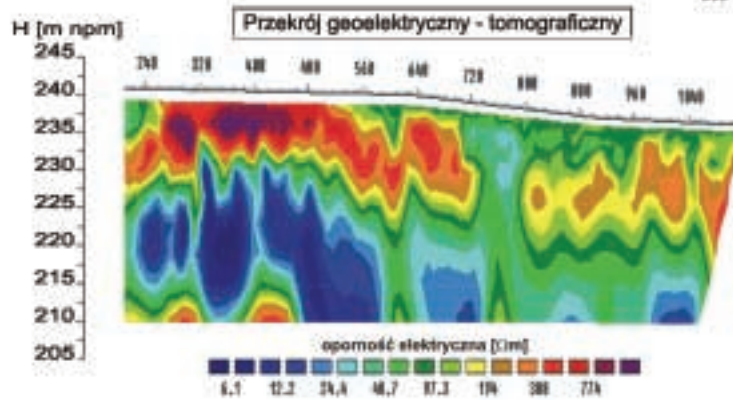
- 45 - sondowanie SGE
- 46 - oporność elektryczna [Ωm]
- P-5 - numer otworu wiercniczego
- granica czwartorzędu i jury
- gliny
- gliny piaszczyste
- gliny + rumoszcz
- piaski różne
- wapienie





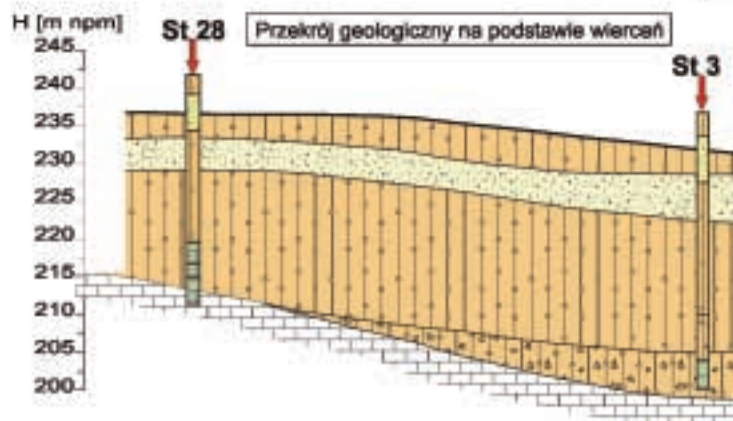
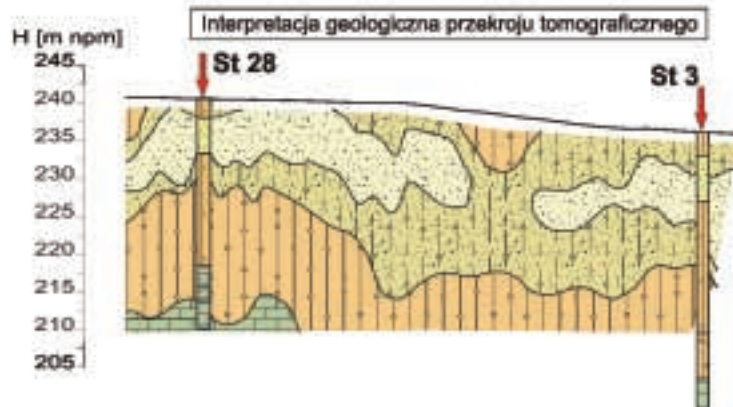
**Przekroje geoelektryczne  
na odcinku  
Częstochowa- Wierchowiska  
autostrady A -1**

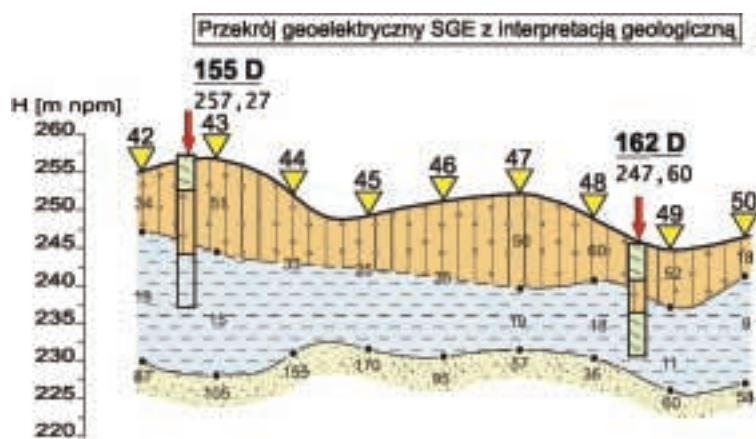
Skala 1:  $\frac{10\ 000}{1000}$



**Objaśnienia:**

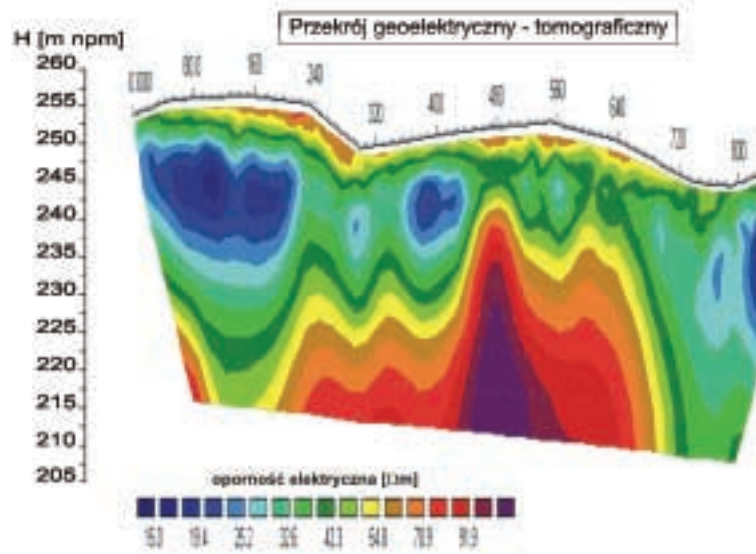
- 17 - sondowanie SGE
- 46 - oporność elektryczna [ $\Omega m$ ]
- St 28 - numer otworu wierciwego
- granica czwartorzędu i jury
- gliny
- gliny piaszczyste
- gliny + rumosz
- piaski różne
- wapień





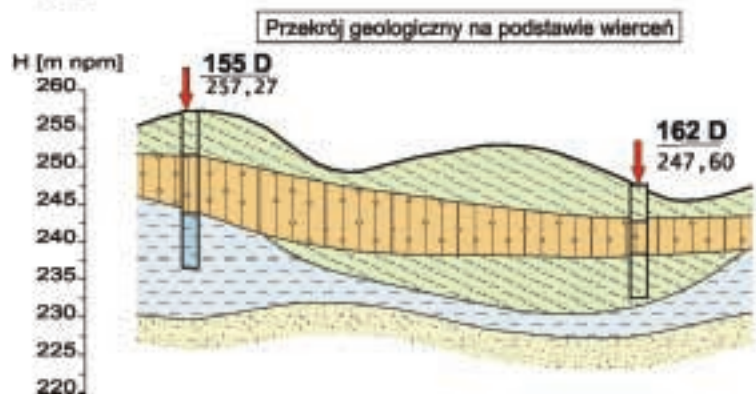
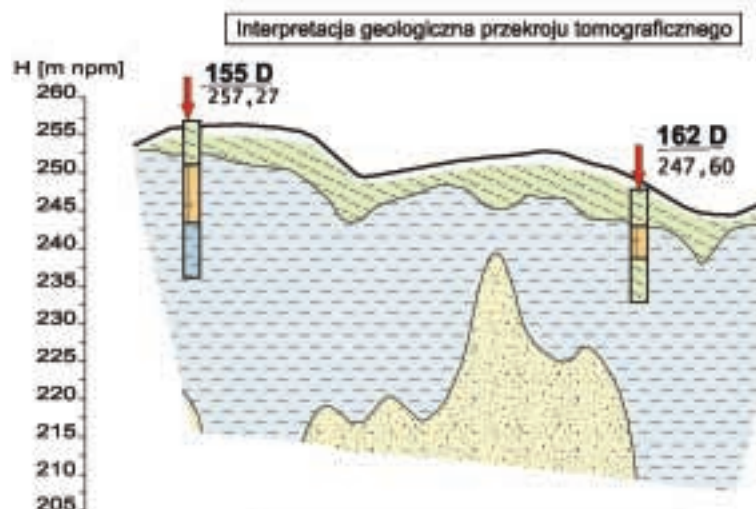
**Przekroje geoelektryczne  
na odcinku  
Kraków- Bochnia  
autostrady A -4**

Skala 1:  $\frac{10\,000}{1000}$

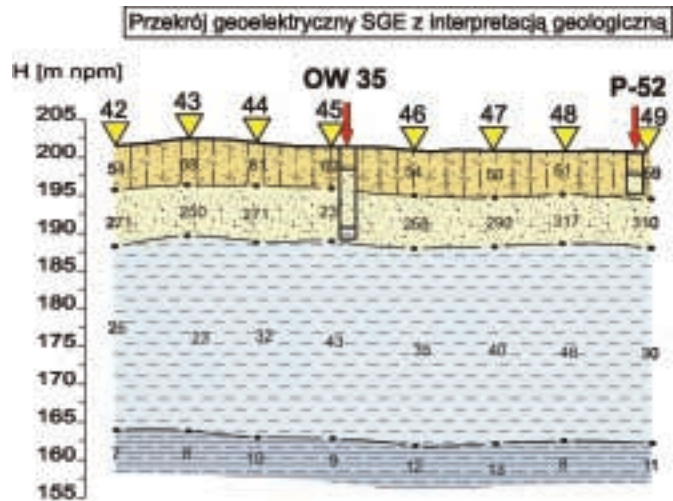


**Objaśnienia:**

- 45 - sondowanie SGE
- 46 - oporność elektryczna [ $\Omega m$ ]
- 162 D**  
247,60 - numer otworu wiertniczego i jego rzędna
- gliny
- ility
- pyły
- piaski różne

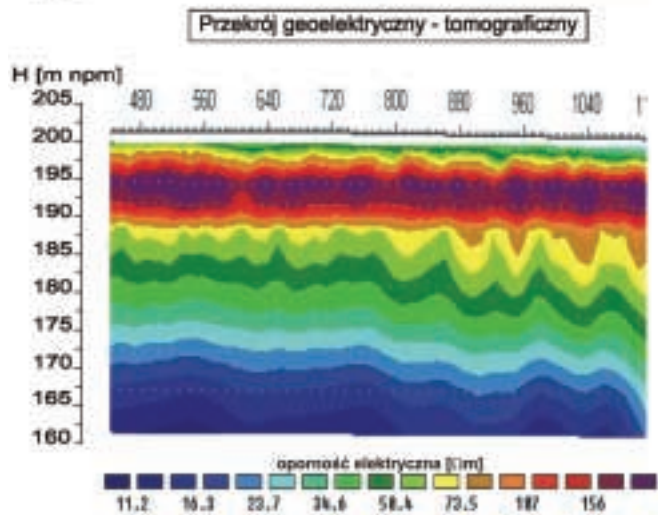






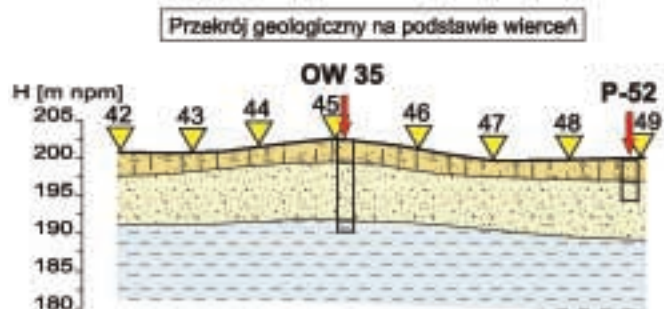
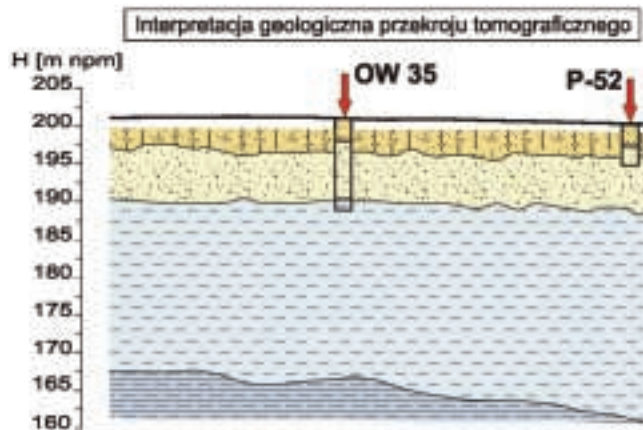
## Przekroje geoelektryczne na odcinku Kraków-Bochnia autostrady A-4

Skala 1:  $\frac{10\,000}{1000}$



### Objaśnienia:

- 45 - sondowanie SGE
- 46 - oporność elektryczna [ $\Omega m$ ]
- P-52 - numer otworu wiertniczego
- gliny pylaste, piaszczyste
- iły
- łowce
- piaski różne

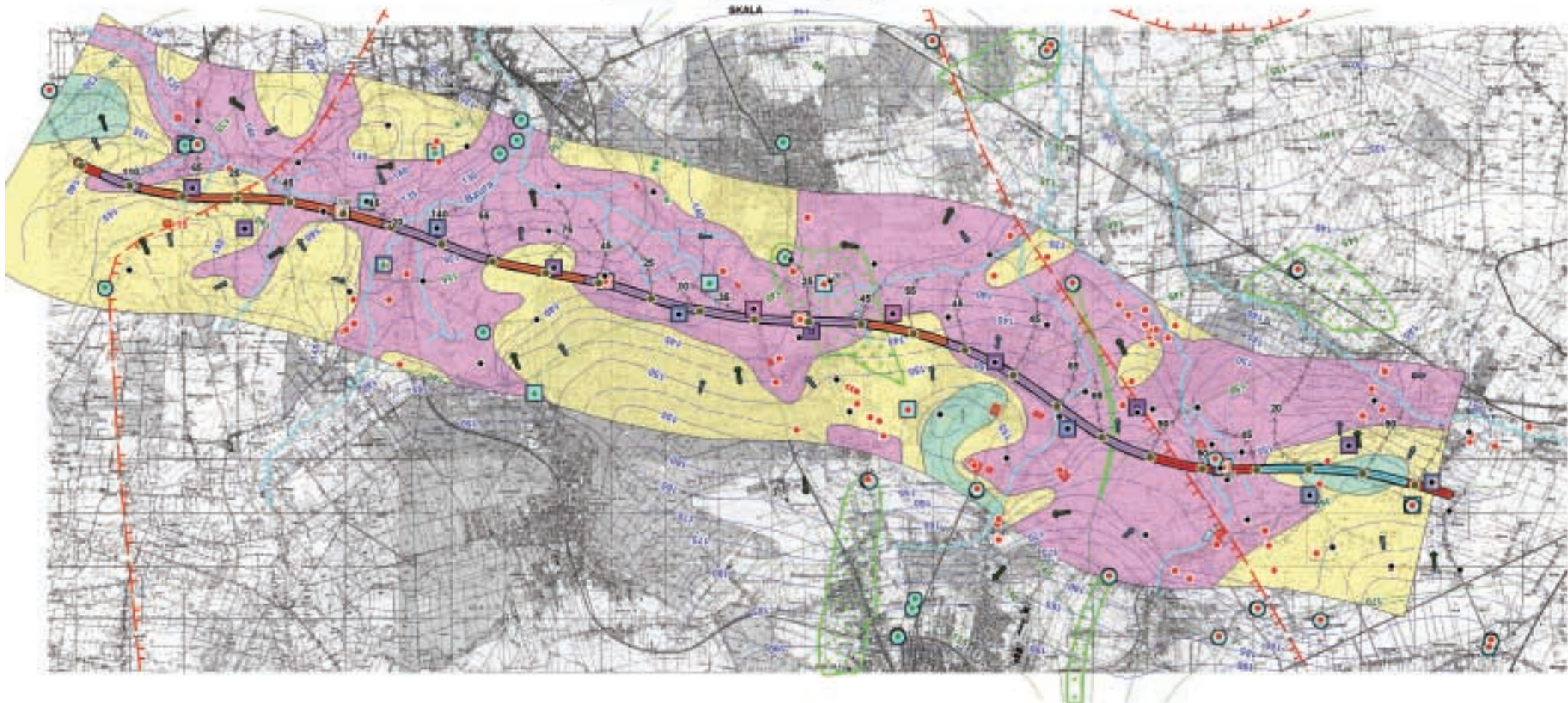




MAPA WRUNKÓW HYDROGEOLOGICZNYCH Z ELEMENTAMI ROZPOZNAWANIA JAKOŚCI I ODPORNOSTI NA ZANIECZYSZCZENIE WÓD PODZIEMNYCH

0.0 1.0 2.0 3.0 4.0 5.0 km

SKALA



Objaśnienia:

- punkty kilometrażu autostrady A-2
- studnie kopane
- studnie kenozoiczne
- studnie mezozoiczne
- piezometry wykonane dla potrzeb dokumentacji
- ujęcia wodociągowe
- zidentyfikowane ogniska zanieczyszczeń

hydroizohipsy

- poziomu czwartorzędowego
- poziomu kredowego

kierunki splywu wód

- dla poziomu czwartorzędowego
- dla poziomu kredowego
- 110 prędkość przepływu wody w poziomie czwartorzędowym [m/rok]
- linie prądu od autostrady A-2 w poziomie czwartorzędowym

obszary ochronne

- granica GZWP 401
- obszary ochronne ujęć wodociągowych wyznaczone w ramach dokumentacji wykonanej dla gminy Zgierz

Klasy jakości wody w analizach wykonanych dla potrzeb dokumentacji wg klasyfikacji PİOS [1995 r.]

- klasa I
- klasa II
- klasa III
- wody pozaklasowe

Klasy potencjalnego zagrożenia wód podziemnych wzdłuż linii autostrady A-2 wg przybliżonego czasu przesączania pionowego do pierwszego użytkowego poziomu wodonośnego wg A. S. Kłaczkowskiego i in. [1990 r.]

- klasa
- A - zagrożenie duże i bardzo duże (czas przesączania pionowego < 5 lat)
  - B - zagrożenie średnie (czas przesączania pionowego 5-25 lat)
  - C - zagrożenie małe (czas przesączania pionowego >25 lat)

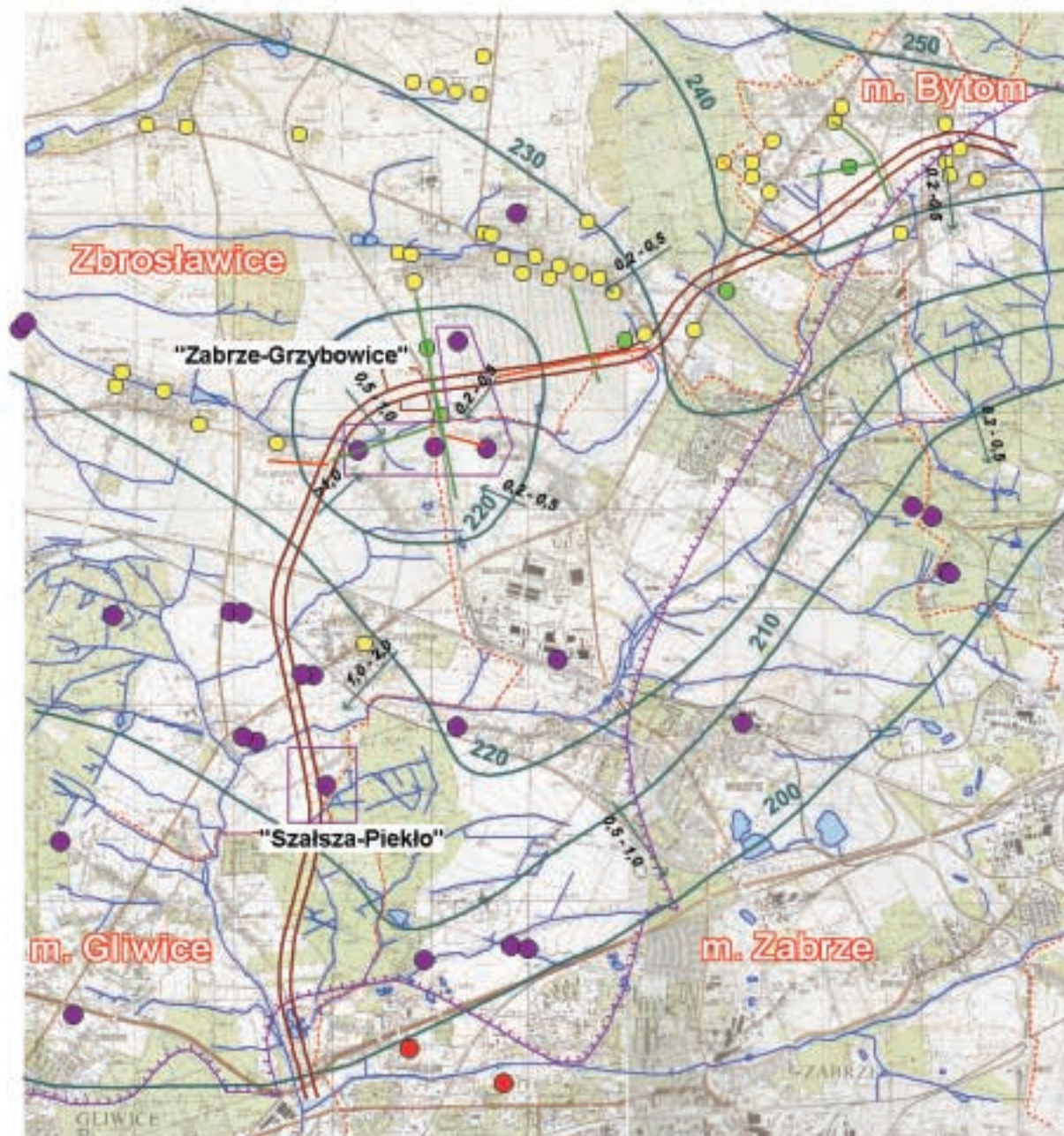
Stopień odporności pierwszego poziomu wodonośnego na zanieczyszczenie na podstawie miąższości osadów słabo-przepuszczalnych w nadkładzie

- klasa
- A odporność niska i bardzo niska - izolacja < 5 m
  - B odporność średnia - izolacja 5 - 15 m
  - C odporność wysoka - izolacja 15 - 50 m

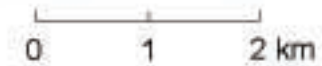








Mapa warunków hydrogeologicznych użytkowego poziomu wodonośnego w rejonie odcinka autostrady A-1 "Zabrze-Grzybowice"



**objaśnienia:**

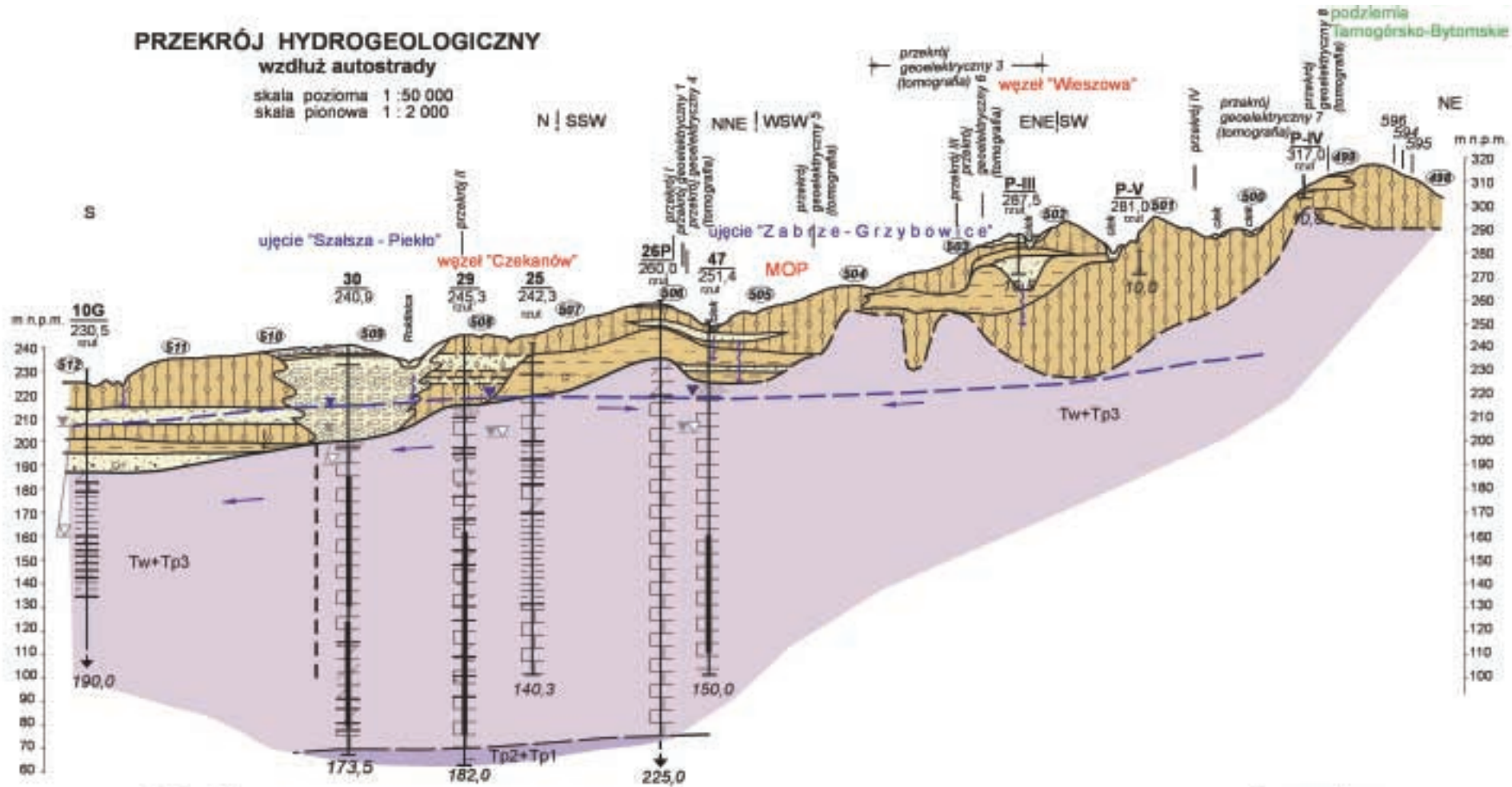
- przebieg projektowanej autostrady A-1
- studnie ujmujące wodę z utworów triasu
- studnie ujmujące wodę z utworów czwartorzędu
- otwory badawcze wykonane dla potrzeb dokumentacji
- studnie kopane
- ujęcia komunalne
- przekrój geoelektryczny
- przekrój tomograficzny
- hydroizohipsy poziomu wodonośnego serii węglanowej triasu
- kierunek i prędkość [m/d] przepływu wód podziemnych
- granice GZWP nr 330 Gliwice
- granice gmin



# PRZEKRÓJ HYDROGEOLOGICZNY

wzdłuż autostrady

skala pozioma 1:50 000  
skala pionowa 1:2 000



## objaśnienia:

- piaski, żwiry
- rumosz
- piaski pylaste
- gliny
- gliny piaszczyste
- ły
- wapienie
- dolomity
- wapienie dolomityczne
- łyłce
- margle

- utwory przepuszczalne
- utwory słabo przepuszczalne
- ły
- utwory serii węglanowej Tw+Tp3  
(główny użytkowy poziom wodonośny)
- (podrzędny poziom wodonośny)

- Q** czwartorzęd
- Ng** neogen
- Tw** wapień muszlowy
- Tp3** pstry piaskowiec górny (rel)
- Tp2** trias pstry piaskowiec środkowy
- Tp1** pstry piaskowiec dolny
- 500** kilometraż trasy autostrady
- MOP** węzeł "Wieszowa"
- węzeł "Czekanów"** obiekty autostrady

- 46** numer otworu
- 263,8** rzędna otworu [m n.p.m.]
- strefa zafiltrowana
- 136,0** głębokość otworu [m]
- 579** numer studni kopanej

- zwierciadło wody podziemnej:
- pomiar z okresu wykonania studni
  - pomiar w 2004 r.
  - ustalone
  - nawierzone
  - położenie zwierciadła wody podziemnej w utworach czwartorzędowych
  - położenie zwierciadła wody podziemnej w utworach serii węglanowej triasu (stan wg 2004)
  - kierunek przepływu wód podziemnych
  - możliwa infiltracja wód powierzchniowych oraz wód poziomu czwartorzędowego do poziomu triasowego

Rys. 18





Mapa warunków hydrogeologicznych  
w rejonie projektowanego odcinka autostrady A-4  
przebiegającego przez dolinę rzeczną



**Objaśnienia:**

— projektowany przebieg autostrady A-4

**Punkty rozpoznania geologicznego i hydrogeologicznego**

● otwory studienne ujmujące wody poziomu czwartorzędowego  
○ czynne  
○ zlikwidowana

● studnie kopane w których pomierzono poziom zwierciadła wody  
● opróbowane otwory badawcze wykonane dla potrzeb niniejszej dokumentacji  
▲ punkty poboru prób wody do analizy fizykochemicznej

**Hydrodynamika:**

—185— hydroizohipsy czwartorzędowego poziomu wodonośnego [m n.p.m.]  
100 ⇨ prędkość [m/rok] i kierunek przepływu wód podziemnych w czwartorzędowym poziomie wodonośnym

**Głębokość występowania pierwszego poziomu wodonośnego**  
<5 0 - 5 [m p.p.t.]

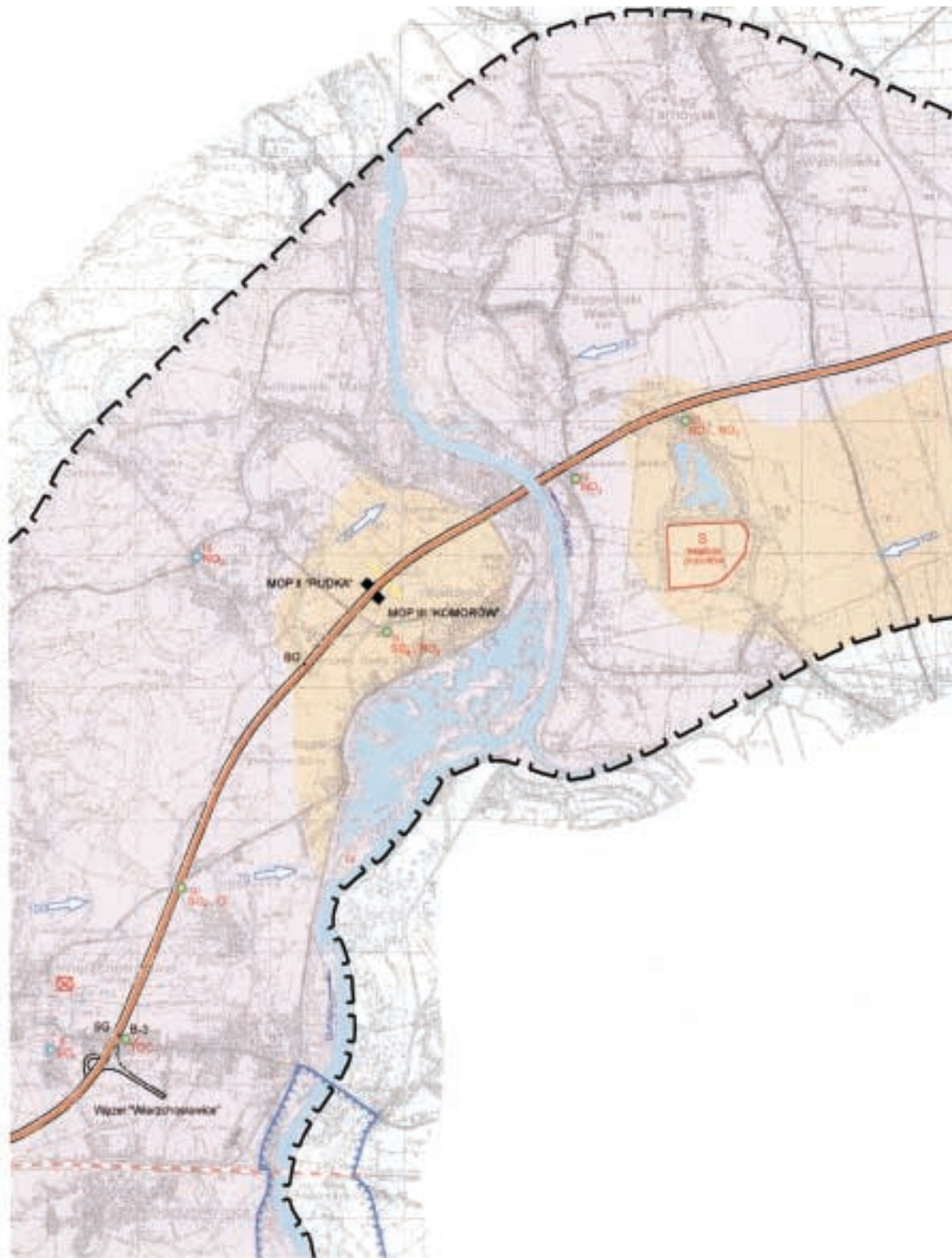
**Wody powierzchniowe**

— ciekł wód powierzchniowych  
— zbiorniki wód powierzchniowych

**Inne oznaczenia**

— linia przekroju hydrogeologicznego  
— profil geoelektryczny-tomograficzny  
— zasięg strefy ochrony pośredniej ujęcia wody powierzchniowej  
— granica opracowania





**Mapa jakości i zagrożeń wód podziemnych  
w rejonie projektowanego odcinka autostrady A-4  
przebiegającego przez dolinę rzeczną**

0 500 m 1 km

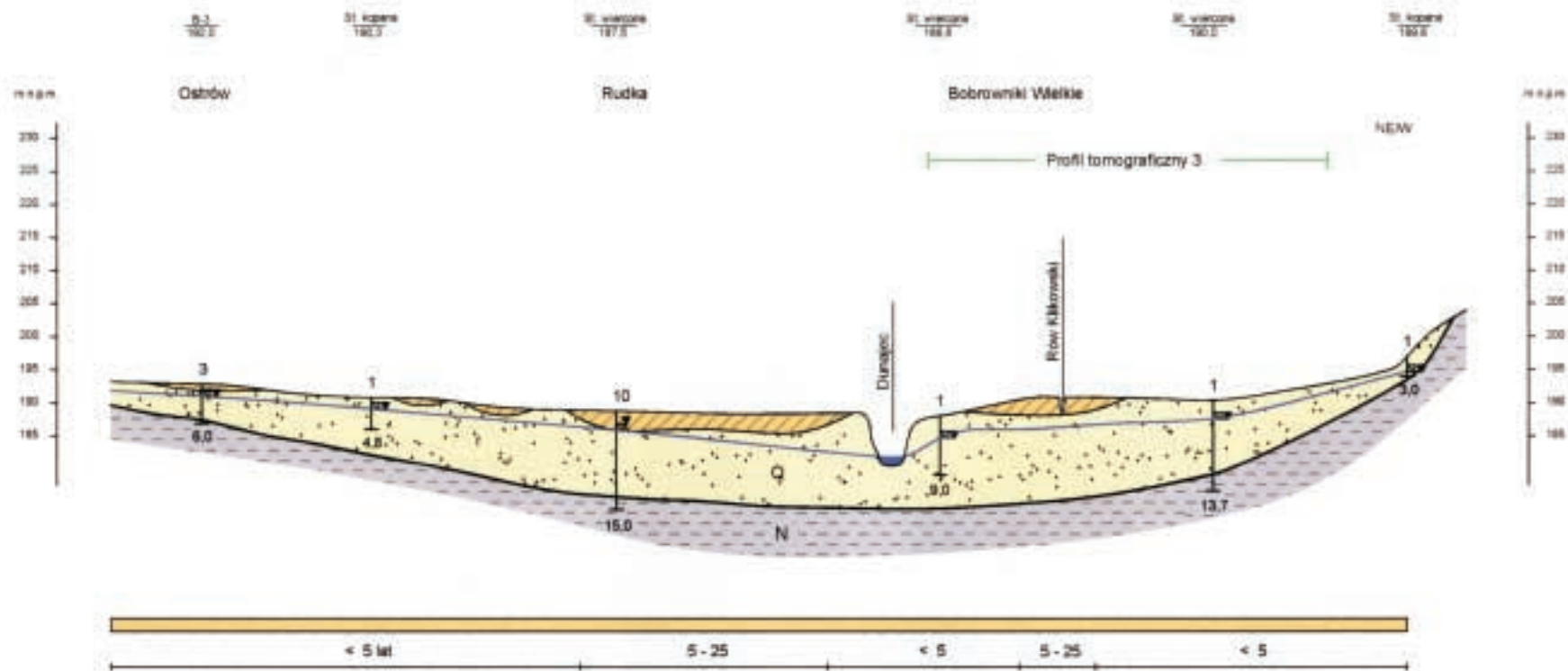
**Objaśnienia:**

- Projektowany przebieg autostrady A-4
- Punkty opróbowania wód podziemnych wykonanych w ramach dokumentacji**
- B-3 otwór badawczy studnie kopane
- Zakres analiz**
- analizy rozszerzone analizy podstawowe
- Stratygrafia opróbowanego poziomu wodonośnego**
- czwartorzęd (Q)
- 5G Sondy penetracyjne - punkty poboru prób gruntu do hydrogeologicznych badań laboratoryjnych
- Klasyfikacja wód podziemnych wg Rozporządzenia MŚ z dn. 11 lutego 2004 r.**
- klasa jakości wody, - wskaźnik decydujący o klasie wody
- Klasyfikacja wód powierzchniowych**
- klasa jakości wody
- Obiekty potencjalnie uciążliwe dla środowiska przyrodniczego**
- linia kolejowa składowisko odpadów
- magazyn produktów ropopochodnych
- obiekty i urządzenia obsługi uczestników ruchu (MOP)
- Odporność wód podziemnych piętra czwartorzędowego na zanieczyszczenia**
- klasa I - odporność bardzo niska klasa II - odporność niska
- Konfliktowość autostrady**
- konflikt słaby
- Inne oznaczenia**
- zasięg strefy ochrony pośredniej ujęcia wody powierzchniowej
- prędkość [m/rok] i kierunek przepływu wód podziemnych czwartorzędowego piętra wodonośnego
- rejon, dla którego jest konieczne prowadzenie monitoringu wód podziemnych
- granica opracowania

## Przekrój hydrogeologiczny wzdłuż trasy autostrady A-4 przebiegający przez dolinę rzeczną

skala pionowa - 1:1000

skala pozioma - 1:1000



### Objaśnienia do przekroju hydrogeologicznego

- Q {
- piaski, żwiry - utwory przepuszczalne
  - gliny, gliny pylaste, mulki - utwory słaboprzepuszczalne
- N — ły - utwory nieprzepuszczalne

B-3, St. wiercona 196,1 — otwór badawczy, studnia wiercona, studnia kopana  
rzędna terenu (m n.p.m.)

— głębokość otworu (m)

— zwierciadło wody podziemnej

— ustalony

— nawierczone

### Stratygrafia utworów

Q czwartorzęd

N neogen

### Konfliktowość autostrady

- konflikt słaby

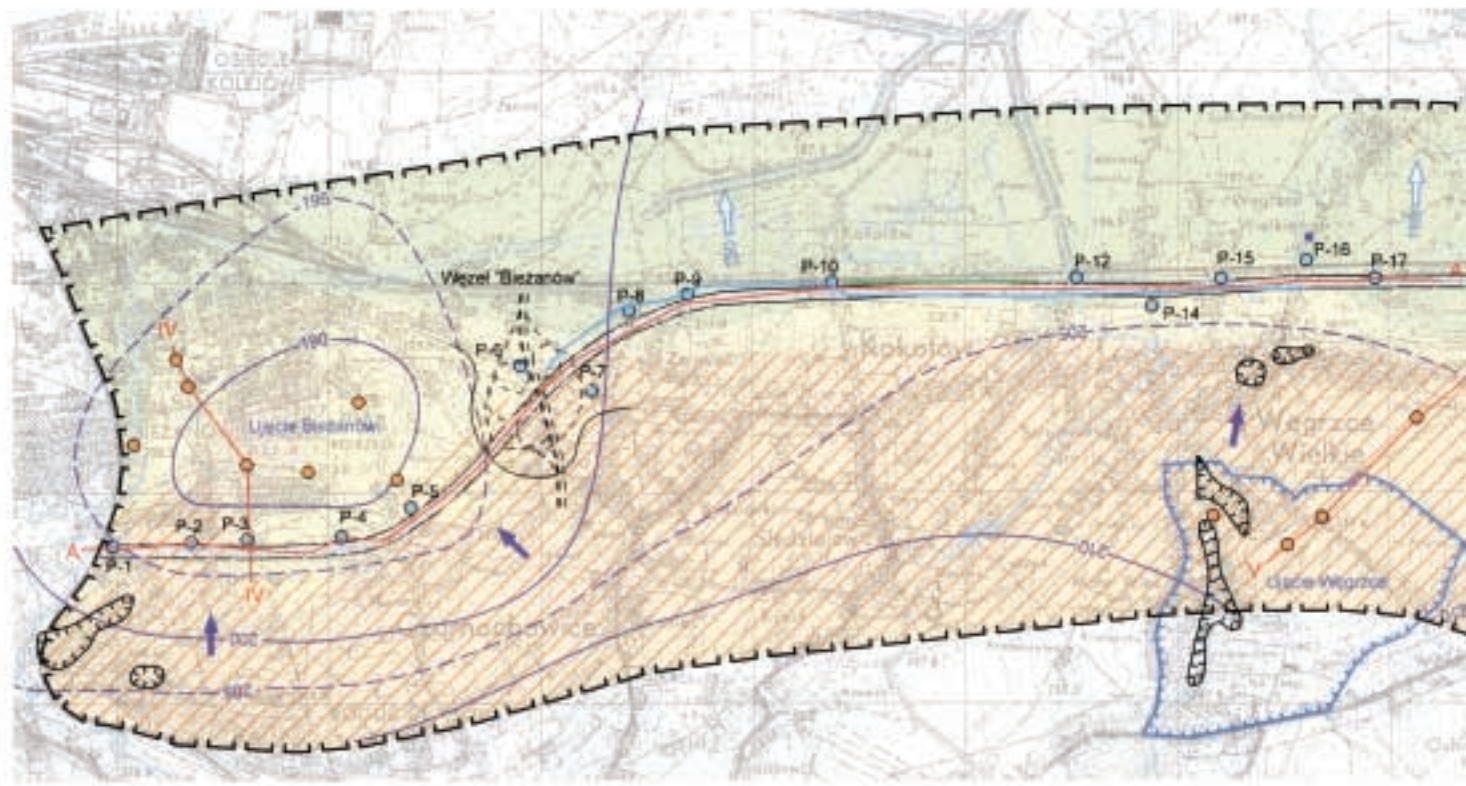
### Inne oznaczenia

< 5, 5-25 - zgeneralizowany czas przesiąkania pionowego do warstwy wodonośnej wzdłuż trasy autostrady [lata]

10 - czas przesiąkania pionowego do warstwy wodonośnej w odniesieniu do profilu litologicznego [lata]



Mapa warunków hydrogeologicznych  
w rejonie projektowanego odcinka autostrady A-4 Kraków Bieżanów - Węgrze Wielkie

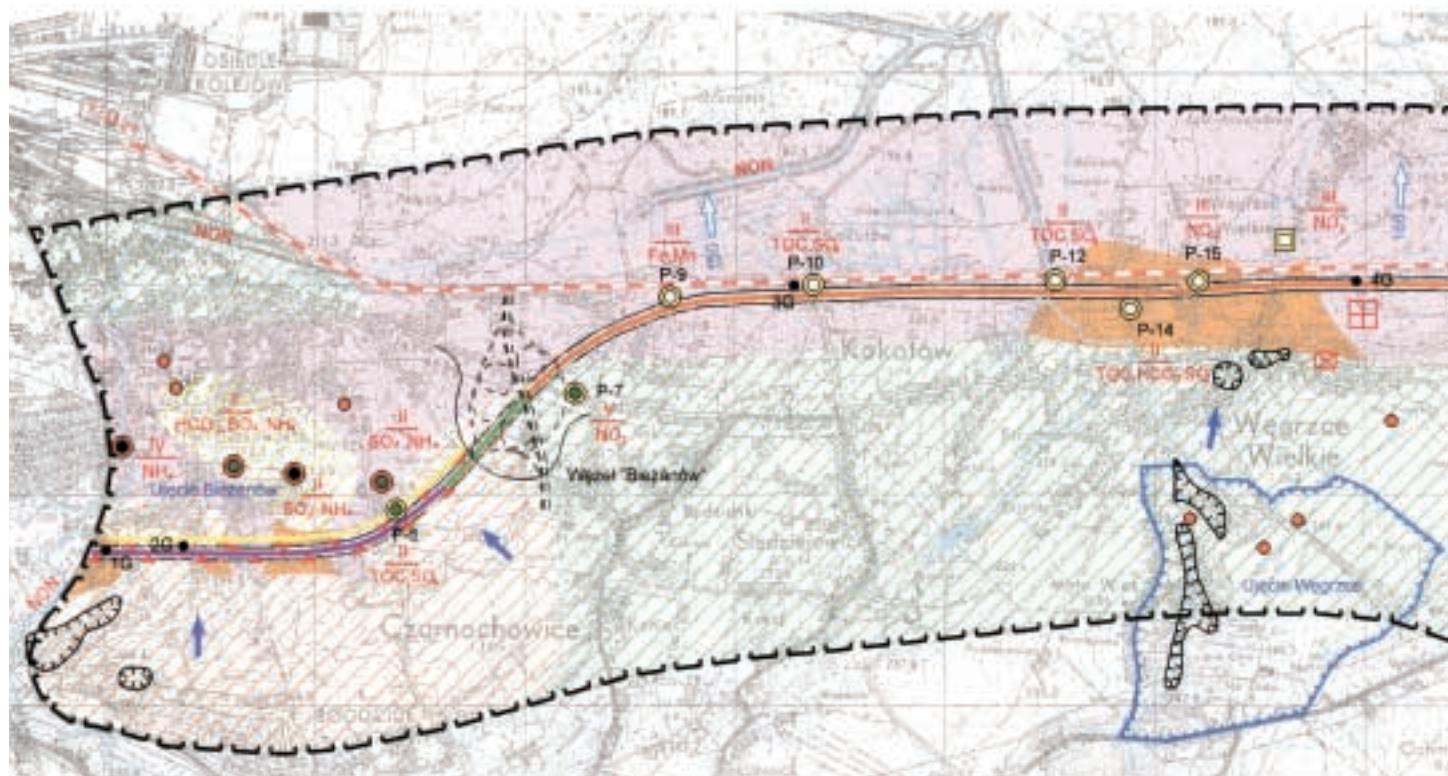


**Objaśnienia:**

- Projektowany przebieg autostrady A-4
- Punkty rozpoznania geologicznego i hydrogeologicznego**
- otwory studienne ujmujące wody pięt neogeńskiego
- studnie kopane w których pomierzono poziom zwierciadła wody
- P-1 piezometry wykonane dla projektowanego odcinka autostrady
- Hydrodynamika:**
- 220 hydrozchipy neogeńskiego piętra wodonośnego (poziom góry) (m n p m.) na obszarze GZWP 451
- Subzbiornik Bogucice wg badań modelowych przy założeniu eksploatacji istniejących ujęć ujmujących poziom górny
- 130 predkość [m/rok] i kierunek przepływu wód podziemnych czwartorzędowego piętra wodonośnego
- kierunek przepływu wód podziemnych neogeńskiego piętra wodonośnego (poziom góry)
- obszary na których brak czwartorzędowego piętra wodonośnego o znaczeniu użytkowym
- Głębokość występowania pierwszego poziomu wodonośnego**
- 0 - 5 [m p.p.t.]
- 5 - 15 [m p.p.t.]
- 15 - 50 [m p.p.t.]
- Wody powierzchniowe**
- ciekły wód powierzchniowych
- zbiorniki wód powierzchniowych
- linie oznaczenia**
- W wychodne utworów neogeńskich
- A A linie przekrojów hydrogeologicznych
- profil geoelektryczny-tomograficzny
- przekrój geoelektryczny SGE
- granica strefy ochrony pośredniej ujęcia wody podziemnej
- granica opracowania



**Mapa jakości i zagrożeń wód podziemnych  
w rejonie projektowanego odcinka autostrady A-4 Kraków Bieżanów - Węgrzce Wielkie**

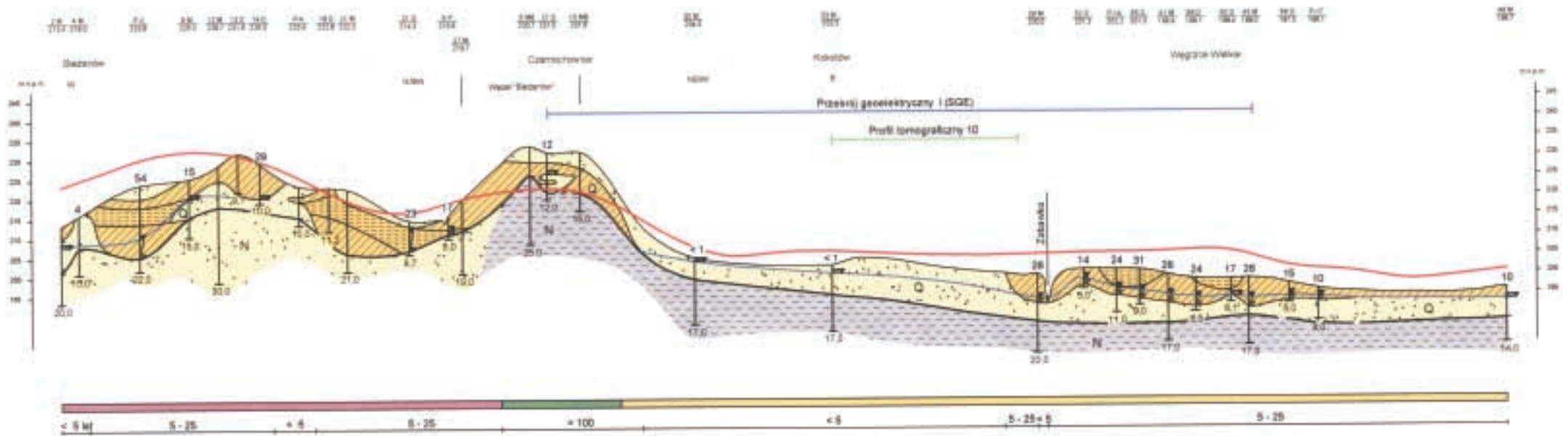


**Objaśnienia:**

- Projektowany przebieg autostrady A-4
- Punkty opróbowania wód podziemnych wykonanych w ramach dokumentacji**
  - otwory studzienne
  - studnie kopane
  - otwory badawcze - piezometry
  - Zakres analiz wykonanych dla dokumentacji:
    - analizy podstawowe
    - analizy rozszerzone
- Punkty opróbowania wód podziemnych - analizy archiwalne**
  - otwory studzienne
  - Statygrafia opróbowanego poziomu wodonośnego czwartorzędowego (Q)
  - neogen (N)
  - Sondy penetracyjne - punkty poboru prób gruntu do hydrogeologicznych badań laboratoryjnych
  - Inne otwory studzienne ujmujące wody piętra neogeńskiego
- Klasyfikacja wód podziemnych wg Rozporządzenia Ministra Środowiska z dn. 11 lutego 2004 r.**
  - II - klasa wody,  $NO_2$  - wskaźnik decydujący o klasie wody
- Klasyfikacja wód powierzchniowych**
  - NON - wody pozaklasowe
- Odporność wód podziemnych na zanieczyszczenia**
  - wody N wody Q klasa I - odporność bardzo niska
  - klasa II - odporność niska
  - klasa III - odporność średnia
  - klasa IV - odporność wysoka
- Konfliktowość autostrady**
  - brak konfliktu
  - konflikt słaby
  - konflikt duży
- Obiekty potencjalnie uciążliwe dla środowiska przyrodniczego**
  - linia kolejowa
  - oczyszczalnie ścieków
  - stacje benzynowe, magazyny materiałów ropopochodnych
- Inne oznaczenia**
  - zasięg strefy ochrony pośredniej
  - prędkość [m/rok] i kierunek przepływu wód podziemnych czwartorzędowego piętra wodonośnego
  - kierunek przepływu wód podziemnych neogeńskiego piętra wodonośnego (poziom górnym)
  - wychodne utworów neogeńskich
  - odcinek autostrady wymagający technicznych działań zabezpieczających
  - rejon dla których konieczne jest prowadzenie monitoringu wód podziemnych
  - granica opracowania

## Przekrój hydrogeologiczny wzdłuż trasy autostrady A-4 w rejonie Kraków Bieżanów - Węgrzce Wielkie

skala pionowa 1:100  
skala pozioma 1:1000



### Objaśnienia do przekroju hydrogeologicznego

- |                              |   |
|------------------------------|---|
|                              | — piaski, żwiry - utwory przepuszczalne |
|                              | — gliny, gliny pylaste, mułki           |
|                              | — pyły                                  |
|                              | — ły - utwory nieprzepuszczalne         |
| } utwory słaboprzepuszczalne |   |
| P-17                         | nr otworu                               |
| 196,1                        | rzędna terenu (m n.p.m.)                |
|                              | — głębokość otworu (m)                  |
| 8,0                          |   |
|                              | zwierciadło wody podziemnej             |
|                              | — ustalone                              |
|                              | - - - - - nawiercone                    |

### Stratygrafia utworów

- Q czwartorzęd  
N neogen

### Konfliktowość autostrady

- brak konfliktu  
 - konflikt słaby  
 - konflikt duży

### Inne oznaczenia

- niweleta projektowanej autostrady  
 < 5, 5-25, >100 - zgeneralizowany czas przesiąkania pionowego do warstwy wodonośnej wzdłuż trasy autostrady [lata]  
 10 - czas przesiąkania pionowego do warstwy wodonośnej w odniesieniu do profilu litologicznego [lata]



Mapa warunków hydrogeologicznych  
w rejonie projektowanego odcinka autostrady A-1 w rejonie ujęcia Wierchowisko



**Objaśnienia:**

— Projektowany przebieg autostrady A-1

**Punkty rozpoznania geologicznego i hydrogeologicznego**

- St. 1 Studnie wiercone ujmujące górnojurajski poziom wodonośny  
St. 1 - numeracja otworów wg użytkownika PWiKOCz S.A.
- Studnie innych użytkowników  
wiercone ujmujące poziom górnojurajski  
kopane ujmujące poziom czwartorzędowy
- Inne otwory geologiczne
- P-1 otwory badawcze wykonane dla potrzeb dokumentacji
- 4/X otwór poszukiwawczy za złożami żelaza

**Hydrodynamika**

- 230 — hydrozbiory górnojurajskiego poziomu wodonośnego (m n.p.m.)
- 2.0 → kierunek i prędkość [m/24h] przepływu wód podziemnych w górnojurajskim poziomie wodonośnym

**Głębokość występowania pierwszego poziomu wodonośnego**

- 0 - 5 [m p.p.t.]
- 5 - 15 [m p.p.t.]
- 15 - 50 [m p.p.t.]

**Wody powierzchniowe**

- główne ciekły powierzchniowe

**Inne oznaczenia**

- granica strefy ochrony pośredniej ujęcia wody "Wierchowisko"
- 2' — przekrój hydrogeologiczny
- sondowana geofizyczna - elektrooporowe (SGE)
- odcinki przebadane metodą tomografii elektrooporowej
- granica opracowania



Mapa jakości i zagrożeń wód podziemnych  
w rejonie projektowanego odcinka autostrady A-1 w rejonie ujęcia Wierzchowisko

500 m 0 1 [km]



**Objaśnienia:**

— Projektowany przebieg autostrady A-1

**Punkty opróbowania wód podziemnych wykonanych w ramach dokumentacji**

- St.1 Studnie ujmujące gómojurski poziom wodonośny  
St.1 - numeracja otworów wg użytkownika PWiKOCz S.A.
- Studnie innych użytkowników:  
● ujmujące gómojurski poziom wodonośny  
● kopane ujmujące poziom czwartorzędowy
- P-1 Otwory badawcze wykonane dla dokumentacji
- Zakres analiz:  
● analizy rozszerzone  
● analizy podstawowe
- Stratygrafia opróbowanego poziomu:  
● czwartorzęd (Q)  
● jura górna (J<sub>1</sub>)

Punkt opróbowania wód powierzchniowych  
analizy podstawowe

**Klasyfikacja wód podziemnych i powierzchniowych wg Rozporządzenia Ministra Środowiska z dn. 11 lutego 2004 r.**

V NO<sub>2</sub> V - klasa wody NO<sub>2</sub> - wskaźnik decydujący o klasie wody

Obiekty potencjalnie uciążliwe dla środowiska przyrodniczego  
— rurociąg naftowy (PERN)

Odporność wód podziemnych na zanieczyszczenia wody J<sub>1</sub> wody Q

- klasa I - odporność bardzo niska
- klasa II - odporność niska

Konfliktowość autostrady  
— konflikt duży

**Inne oznaczenia**

- granica strefy ochrony pośredniej ujęcia wody "Wierzchowisko"
- 2.6 — kierunek i prędkość [m/24h] przepływu wód podziemnych w gómojurskim poziomie wodonośnym
- główne drogi powierzchniowe
- rejony w których należy wykonać sieć obserwacyjną wód podziemnych
- granica opracowania

