

METODA OCENY PODATNOŚCI NA ZANIECZYSZCZENIA WÓD PODZIEMNYCH POD GRUNTAMI ORNYMI

METHOD FOR EVALUATION OF GROUND WATER POLLUTION POTENTIAL UNDER ARABLE LAND

Janina Rudowicz-Nawrocka

Instytut Inżynierii Rolniczej, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

Słowa kluczowe: wody podziemne, grunty orne, podatność na zanieczyszczenia, metoda rankin-
gowa

Keywords: ground water, arable land, pollution potential, ranking method

Wprowadzenie

Zgodnie z zasadami zrównoważonego rozwoju wszystkie plany rozwoju społeczno-gospodarczego kraju wymagają powiązania z działalnością w zakresie ochrony środowiska. W tej dziedzinie bardzo ważne znaczenie ma gospodarka wodna i ochrona wód, których celem jest zapobieganie naruszaniu równowagi przyrodniczej i przeciwdziałanie wywoływaniu w wodach zmian powodujących ich nieprzydatność dla ludzi, roślin i zwierząt oraz gospodarki.

Ze względu na duże zasoby oraz wysoką jakość wyjątkowe znaczenie mają wody podziemne rozumiane jako *wszelkie wody znajdujące się poniżej powierzchni gruntu w strefie nasycenia i będące w bezpośrednim kontakcie z gruntem lub podłożem* (Dyrektywa Rady 80/68/EWG). Są one podstawowym źródłem zaopatrzenia ludności, zwłaszcza mieszkańców obszarów wiejskich, w wodę pitną i często stanowią główne źródło wody dla przemysłu. W Polsce zabezpieczają ponad 65% potrzeb (Jokiel, 1994; Błaszczyk, Górski, 1993; www.gridw.pl).

Wody podziemne, mimo że są lepiej chronione niż wody powierzchniowe, są narażone na zanieczyszczenie. Stopień narażenia zależy od wielu czynników, m.in. od warunków hydrogeologicznych i od zagospodarowania terenu. Stan zagospodarowania Polski niestety sprzyja zanieczyszczaniu wód podziemnych, przede wszystkim ze względu na fakt, że głównym źródłem zanieczyszczeń jest działalność rolnicza i obszary wiejskie oraz procesy urbanizacji, a także procesy związane z szeroko rozumianym postępem gospodarczym.

Od podejmowanych na szczeblu lokalnym (gminnym) decyzji najbardziej zależy aktualny stan zanieczyszczeń i ochrony środowiska, w tym wód podziemnych. Samorządy gminne są zobligowane do realizacji strategii ochrony tych wód. W związku z tym, zarówno planowa-

nie przestrzenne jak i działalność rolnicza, powinny uwzględniać naturalne warunki występowania i ochrony wód podziemnych (Błaszczyk, Górski, 1993). W odniesieniu do prowadzenia działalności rolniczej sytuacja jest obecnie regulowana głównie przez wdrażanie Dyrektywy Azotanowej (91/676/EWG). Jednak wynikający z niej obowiązek stosowania „Kodeksu dobrych praktyk rolniczych” mają tylko rolnicy prowadzący gospodarstwa na tzw. Obszarach Szczególnie Narażonych (OSN), które w Polsce stanowią zaledwie 2,0% powierzchni kraju (www.mos.gov.pl).

Wyznaczenie obszarów o zróżnicowanym poziomie narażenia wód podziemnych na zanieczyszczenia powinno stanowić jedno z głównych kryteriów podejmowania decyzji dotyczących inwestycji na danym terenie. Potrzebne są do tego odpowiednie metody, narzędzia i wykwalifikowani ludzie.

Przegląd metod oceny podatności wód podziemnych na zanieczyszczenia

W literaturze istnieje wiele algorytmów i metod pozwalających przeprowadzić ocenę poziomu narażenia wód podziemnych na zanieczyszczenia, a wciąż trwają prace nad kolejnymi. Szeroki ich przegląd daje praca Chełmickiego (2001), w której przedstawiono m.in. nomogram LeGrand'a z 1964 r., procedurę Holmana z 1985 r., system GOD Fostera z 1987 r., system DRASTIC z 1987 r. oraz algorytm wykorzystany do oceny stopnia zagrożenia Głównych Zbiorników Wód Podziemnych (GZWP) w Polsce, opracowany przez zespół pod kierunkiem prof. Antoniego Kleczkowskiego (Kleczkowski, 1984). Inne metody opracowane przez polskich autorów to: metoda podziału terenów rolniczych na cztery klasy różniące się naturalną odpornością na zanieczyszczenia (Kryza i in., 1990), metoda zaproponowana przez autorów Witczaka i Żurka (1994), którzy za podstawę przyjęli dane z mapy glebowo-rolniczej w skali 1:25 000 oraz metoda zaproponowana w pracy doktorskiej wykonanej w Zakładzie Hydrologii Uniwersytetu Warszawskiego (Suchożebrski, 2000).

Obok wymienionych metod uniwersalnych, opracowane zostały metody dotyczące terenów intensywnie użytkowanych rolniczo z uwagi na wielkoobszarowe zanieczyszczenia wynikające z prowadzenia działalności rolniczej (zwłaszcza nawożenia). Wśród nich wymienić należy: SEEPAGE (*System of Early Evaluation of Pollution Potential of Agricultural Groundwater Environments*), SPISP (*Soil Pesticide Interaction Screening Procedure*), GLEAMS (*Groundwater Loading Effects of Agricultural Management Systems*), RUSTIC (*Risk of Unsaturated / Saturated Transport and Transformation of Chemical Concentration Model*), PRZM (*Pesticide Root Zone Model*), PUMPS (*Pesticide User Management Planning System*).

Wszystkie wymienione metody są metodami rankingowymi, w których jako czynniki diagnostyczne wybrane zostały uwarunkowania wynikające ze środowiska naturalnego i/lub antropogenicznego. Poszczególnym czynnikom przypisuje się określoną przez autorów daną metody liczbę punktów, które dalej są sumowane lub mnożone w celu uzyskania jednego wyniku, będącego odpowiedzią na pytanie jaki jest poziom narażenia danego zbiornika bądź obszaru na zanieczyszczenia. Wyniki są następnie klasyfikowane, najczęściej od czterech do sześciu klas i prezentowane w postaci mapy danego obszaru.

Przedstawione metody różnią się między sobą przede wszystkim uwzględnianymi czynnikami diagnostycznymi, ich rodzajem i liczbą oraz celem, dla którego dana metoda została opracowana.

Cel i zakres pracy

Celem pracy było opracowanie rankingowej metody oceny podatności wód podziemnych na zanieczyszczenia dla potrzeb gmin, zwłaszcza wiejskich, nie leżących w terenach górskich. Założono, że klasyfikacji podlegać będą grunty orne, na których prowadzona jest działalność rolnicza (coraz intensywniejsza) lub prowadzone są inwestycje pozarolnicze (przede wszystkim urbanizacja) stanowiące źródło potencjalnych zanieczyszczeń. Przyjęto ponadto założenie wykorzystania istniejących dostępnych danych, aby ograniczyć koszty związane z pozyskiwaniem danych.

W związku z faktem, że najczęściej działania planistyczne i projektowe w gminie oparte są na mapach (Kaźmierczak-Kośka, Kośka, 2000) wykorzystano technologię systemów informacji przestrzennej (SIP) do realizacji pracy.

W pracy wykorzystano następujące materiały kartograficzne: mapę glebowo-rolniczą w skali 1:5000 i mapy topograficzne 1:10 000, 1:50 000 w układzie 1992 oraz wybrane warstwy z numerycznej hydrograficznej mapy Polski 1:50 000. Materiały opisowe to przede wszystkim: Aneks do mapy glebowo-rolniczej w skali 1:5000 dla wybranej gminy (Aneks, 1978), karty otworów dla wybranej gminy wypożyczone z firmy, która je przygotowywała. W odniesieniu do dostępności danych, istotne jest, że mapa glebowo-rolnicza 1:5000 opracowana została przez Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa w Puławach dla obszaru całego kraju i powinna być dostępna w każdej gminie.

W ramach pracy mapy: glebowo-rolnicza i topograficzne zostały zwektoryzowane.

Metoda oceny podatności wód podziemnych na zanieczyszczenia

Na podstawie przeglądu istniejących metod, uwzględniając cel modelowania oraz dostępność danych, w zaproponowanej metodzie przyjęto cztery parametry diagnostyczne: 1) właściwości ochronne profilu glebowego, 2) głębokość zwierciadła wód podziemnych, 3) gęstość sieci rzecznej, 4) nachylenie powierzchni terenu.

W opracowanej metodzie przyjęto ponadto, że:

- 1) klasyfikacja dotyczy gruntów ornych na obszarze gminy,
- 2) jednostkami klasyfikacji są wydzielenia z mapy glebowo-rolniczej 1:5000, stanowiące odwzorowanie naturalnej różnorodności glebowej, a także tło niektórych map wykorzystywanych przez samorządy lokalne (rys. 1),
- 3) parametry diagnostyczne są wagowane, tzn. przypisano im indeksy końcowe od 1 do 10, przy czym im niższa wartość indeksu tym słabsze zdolności ochronne (tab. 1),
- 4) parametry diagnostyczne zostały zróżnicowane ze względu na udział w ochronie wód podziemnych, tzn. przypisano im współczynniki ważności: gleba 5, głębokość zwierciadła 5, gęstość sieci rzecznej 4, nachylenie terenu 3; współczynniki zostały przypisane tak jak w metodzie DRASTIC dla stosowania pestycydów ze względu na słabe warunki ochronne gleb występujących w Polsce,
- 5) wartość końcowa dla każdego wydzielenia liczona jest jako suma iloczynów indeksów parametrów i ich współczynników ważności,

6) klasyfikacja wartości końcowych (tab. 2) odbywa się z podziałem na 4 klasy przedstawiające zróżnicowanie terenu pod względem łatwości przedostawania się zanieczyszczeń do wód podziemnych.

Tabela 1. Indeksy końcowe dla parametrów diagnostycznych

| Wartość wag dla profilu glebowego | Głębokość zwierciadła wód podziemnych [m ppt.] | Gęstość sieci rzecznej [m / ha] | Nachylenie powierzchni terenu [%] | Indeksy końcowe |
|-----------------------------------|--|---------------------------------|-----------------------------------|-----------------|
| 8-11,4 | <1 | >301 | 0-1 | 1 |
| 11,41-14,8 | 1,1-2 | 251-300 | 1,1-2 | 2 |
| 14,81-18,2 | 2,1- 5 | 201-250 | 2,1-3 | 3 |
| 18,21-21,6 | 5,1-10 | 151-200 | 3,1-4 | 4 |
| 21,61-25,0 | 10,1-20 | 101-150 | 4,1-5 | 5 |
| 25,01-28,4 | 20,1-30 | 76-100 | 5,1-6 | 6 |
| 28,41-31,8 | 30,1-50 | 51-75 | 6,1-7 | 7 |
| 31,81-35,2 | 50,1-75 | 26-50 | 7,1-8 | 8 |
| 35,21-38,6 | 75,1-100 | 6-25 | 8,1-10 | 9 |
| 38,61-42,0 | >100 | 0-5 | >10 | 10 |

Tabela 2. Klasy zagrożenia wód podziemnych na gruntach ornych wg zaproponowanej metody

| Wartość końcowa indeksu | Klasa zagrożenia |
|-------------------------|-------------------|
| 17 - 55,25 | I – bardzo wysoka |
| 55,26 - 93,5 | II – wysoka |
| 93,51 - 131,75 | III – średnia |
| 131,76 - 170 | IV – niska |



Rys. 1. Działki ewidencyjne na tle mapy glebowo-rolniczej

Charakterystyka przyjętych parametrów diagnostycznych

Właściwości ochronne profilu glebowego

W proponowanej metodzie skoncentrowano uwagę na profilu glebowym, rozumianym jako układ morfologicznie zróżnicowanych poziomów genetycznych i warstw, występujących w pionowym przekroju gleby do głębokości 150–200 cm (Mocek i in., 2004). Jest to uzasadnione ze względu na fakt, że wody podziemne występują na małej głębokości – na ok. 50% powierzchni naszego kraju na głębokości mniejszej niż 5 m (www.gridw.pl) oraz dostępnością wielkoskalowych map glebowo-rolniczych (1:5000), które podają dokładną charakterystykę profilu glebowego. Na rysunku 1 widać przykładowe symbole opisujące profil glebowy wydzielenia, np. 7 Bw ps:pl.

Dla potrzeb proponowanej metody właściwości ochronne profilu glebowego zostały opracowane na podstawie danych wynikających z symboli opisujących każde wydzielenie na mapie glebowo-rolniczej i dotyczących: kompleksu przydatności rolniczej gleby, typu gleby, jej gatunku oraz informacji o zmianie poziomu składu granulometrycznego. Na przykład, symbol 5 A pgl:gl oznacza kompleks żytmi dobry, gleby biellicowe lub pseudobiellicowe, wytworzone z piasku gliniastego lekkiego, przechodzące na głębokości 50-100 cm w glinę lekką.

Ogólnie postać symbolu z mapy glebowo-rolniczej można zapisać w następujący sposób (nawiasy [] oznaczają opcjonalność):

kompleks [typ] gatunek [poziom gatunek [poziom gatunek [poziom gatunek]]]

Gatunki i poziomy ich zmiany mogą być zróżnicowane, co przedstawiają przykłady na rysunku 2.

Wymienionym wyżej czynnikom (kompleks, typ, gatunek, poziom) zostały przypisane wagi (kompleks 1 lub 2, typ 0-5, gatunek 1-5, poziom 1-2,5). Jeżeli w symbolu nie występuje typ gleby, co ma miejsce w przypadkach gleb o niewykształconym profilu, przyjmowana jest dla typu waga 0. Wagi uwzględniają właściwości czynników charakteryzujących profil i wynikające z nich możliwości ochronne w odniesieniu do wód podziemnych. Właściwości te, to przede wszystkim zdolności sorpcyjne gleby, które są zróżnicowane w ramach kompleksów przydatności rolniczej, gatunku oraz miąższości poszczególnych poziomów glebowych, a wynikają m.in. z zawartości próchnicy, części spławialnych oraz zmiany składu granulometrycznego. Wartość liczbowa dla profilu glebowego (nazwaną w projekcie wagą gleby) w każdym wydzieleniu obliczono na podstawie wzoru:

$$\text{wartośćGleby} = \text{waga kompleksu} + \text{waga typu} + \Sigma (\text{waga gatunku} \cdot \text{współ. poziomu})$$

Jeżeli w symbolu opisującym profil występuje tylko jeden gatunek, to przyjmuje się, że na kolejnych poziomach ten gatunek się powtarza i uwzględnia się go w obliczeniach.

Tak obliczana wartość dla profilu glebowego może przyjmować wartości od 8 do 42 – teoretycznie dla gleb od najsłabszych do najmocniejszych. Na przykład, dla profilu glebowego o symbolu 9 pl (najsłabszy profil) obliczenia są następujące: kompleks 9 – waga 1, brak typu gleby – waga 0, gatunek pl – waga 1, gatunek pl na 4 poziomach przyjmujących odpowiednio współczynniki 1, 1,5, 2 i 2,5.

Razem: $\text{wartośćGleby} = 1 + 0 + (1 \cdot 1 + 1 \cdot 1,5 + 1 \cdot 2 + 1 \cdot 2,5) = 8$

Wartości te (8-42) poklasyfikowano w 10 klas (tab. 1), określonych zgodnie z zasadą szeregu rozdzielczego (10 równych przedziałów).

Głębokość zwierciadła wód podziemnych

Głębokość zwierciadła wód podziemnych została wyznaczona na podstawie interpolacji hydroizobat z numerycznej mapy hydrograficznej Polski. Interpolację wykonano korzystając z rozszerzenia Spatial Analyst środowiska ArcGIS 9.1. Opracowany model głębokości został zapisany w formacie rastrowym o rozdzielczości 30 na 30 metrów. Na warstwę będącą wynikiem interpolacji nałożono wydzielenia z mapy glebowo-rolniczej i dla każdego wydzielenia obliczono głębokość średnią.

Gęstość sieci rzecznej

Gęstość sieci rzecznej została obliczona metodą Neumanna, która jest jedną z najczęściej wykorzystywanych w hydrologii (Byczkowski, 1999):

$$D = \frac{\sum L}{A}$$

gdzie: $\sum L$ – długość wszystkich cieków na obszarze zlewni [km],

A – powierzchnia rozpatrywanej zlewni [km²].

W niniejszej pracy, gęstość sieci rzecznej mierzona jest w m/ha w odniesieniu do rozpatrywanych gruntów ornych. Ponadto założono, że analizie nie podlegają doliny głównych rzek, które tak jak w przypadku gminy Odolanów, otoczone są trwałymi użytkami zielonymi.

Zarówno dla głębokości zwierciadła wód podziemnych, jak i gęstości sieci rzecznej, przyjęto podział na 10 zakresów, którym przypisano indeksy (tab. 1).

Nachylenie powierzchni terenu

Nachylenie powierzchni terenu zostało obliczone na podstawie warstwy izolinii z mapy topograficznej 1:10 000 za pomocą narzędzia Slope (Spatial Analyst, ArcGIS 9.1). Podobnie jak w przypadku głębokości zwierciadła wód podziemnych zostało obliczone średnie nachylenie dla każdego wydzielenia z mapy glebowo-rolniczej.

Indeksy przypisano na podstawie wiedzy, że nachylenie powierzchni terenu wpływa na wielkość i prędkość spływu powierzchniowego oraz na infiltrację. Im spadki terenu są większe, tym mniejsze wsiąkanie, ponieważ wzrasta prędkość spływu powierzchniowego oraz przepływ w korytach cieków (Byczkowski, 1999; Aller et al., 1987). W „Kodeksie dobrych praktyk rolniczych” za duże nachylenie stoków przyjmuje się wartości powyżej 10% (www.mos.gov.pl).

Wynik końcowy proponowanej metody

Wynik końcowy proponowanej metody jest obliczany jako suma iloczynów indeksów poszczególnych czynników diagnostycznych i współczynników ich ważności.

WynikKońcowy = 5·IndGleb+5·IndGłębZw+4·IndGęsCiek+3·IndNachyl

Współczynniki ważności, to: gleba 5, głębokość zwierciadła wód podziemnych 5, gęstość sieci rzecznej 4 i nachylenie powierzchni terenu 3.

Przy powyższych założeniach wynik końcowy może przyjmować wartości od 17 do 170. Wartości te zostały poklasyfikowane w 4 klasy o równych przedziałach przedstawiające zróżnicowane zagrożenie wód podziemnych na zanieczyszczenia (tab. 2).

Zastosowanie proponowanej metody

Zaproponowaną metodę zastosowano na obszarze wielkopolskiej gminy rolniczej Odolanów, w której zwykle wody podziemne są dobrej i średniej jakości, ale zmienione antropogenicznie i wymagające uzdatnienia, szczególnie te występujące na obszarach zabudowanych i pod warstwą gruntów ornych. Administracyjnie gmina należy do województwa wielkopolskiego, jednak w związku z główną rzeką przepływającą przez obszar gminy, Baryczą, podlega pod Regionalny Zarząd Gospodarki Wodnej (RZGW) we Wrocławiu, województwo dolnośląskie. W gminie nie były prowadzone żadne szczególne badania hydrogeologiczne zlecone przez samorząd gminy czy przez RZGW, w związku z tym gmina dysponuje tylko danymi zebranymi w kartach otworów oraz kilku punktach pomiarowych w ramach krajowego monitoringu na rzece Baryczy. Wody podziemne eksploatowane na terenie gminy Odolanów również związane są z Doliną Baryczy. Są to wody czwartorzędowe z Głównych Zbiorników Wód Podziemnych: GZWP 303 „Pradolina Baryczy”, w południowej części gminy, zbiornik objęty wysoką ochroną oraz zbiornik GZWP 309 „Zbiornik międzymorenowy Smoszew–Chwaliszew–Sulmierzyce”, w zachodniej części gminy (www.powiat-ostrowski.pl).

Zastosowanie zdefiniowanej w pracy metody pozwoliło wyznaczyć na gruntach ornych w gminie Odolanów dwie klasy podatności wód podziemnych na zanieczyszczenia (rys. 3): klasę I o zagrożeniu bardzo wysokim (najwyższym) i klasę II o zagrożeniu wysokim. Do klasy II zakwalifikowano 84% analizowanych gruntów.

Przyjęte parametry diagnostyczne dla tej gminy charakteryzują się bardzo słabymi właściwościami ochronnymi. Ich przestrzenny rozkład na podstawie przypisanych indeksów przedstawia rysunek 5. Najgorzej sytuacja przedstawia się w odniesieniu do gleby, której zgodnie z zaproponowaną metodą przypisano indeksy 1, 2 i 3, co oznacza minimalne właściwości ochronne. Podobnie niekorzystna jest sytuacja dotycząca głębokości występowania wód podziemnych (indeksy 1-4) oraz nachylenia powierzchni terenu (indeksy 1-5). Korzystnie, z punktu widzenia ochrony wód podziemnych, przedstawia się jedynie gęstość sieci rzecznej, dla której dominują indeksy 7-10. W tym ostatnim przypadku jest to związane głównie z faktem, że w tej gminie na gruntach ornych znajdują się praktycznie tylko rowy melioracyjne.

Sprawdzenie metody

Sprawdzenie metody wykonano przez porównanie wyników analizy chemicznej próbek wody pobranych z instalacji drenarskiej z obszarów zaklasyfikowanych do różnych klas (rys. 4). Przeanalizowanych zostało 20 próbek, oznaczono powszechnie stosowane wskaźniki mówiące o zanieczyszczeniu. Analiza została wykonana przez Okręgową Stację Chemiczno-Rolniczą w Poznaniu.

Wyniki nie wykazały zdecydowanych różnic między stanem wód na obszarach zaliczonych do klasy I i II. Na przykład, zawartość azotu (N-NO₃) w próbkach pobranych z gruntów zaliczonych do klasy I zawiera się w przedziale od 1,0 do 18,4 mg/dm³ (średnio 10,5 mg/dm³; odchylenie standardowe 5,34), a zaliczonych do klasy II – od 1,0 do 18,0 mg/dm³ (średnio 12,3 mg/dm³; odchylenie stand. 4,95). Zwiększona zawartość związków azotowych w wodach gruntowych wynika zazwyczaj z zanieczyszczeń antropogenicznych. W rozpatrywanych przypadkach może to wynikać przede wszystkim z niewłaściwego stosowania nawozów azotowych lub naturalnych. Grunty orne w północnej części gminy, zakwalifikowane głównie do klasy II, są intensywnie wykorzystywane rolniczo.

Główną przyczyną małego zróżnicowania wyników analizy chemicznej pobranych próbek wody może być fakt, iż klasa I to tylko 16% badanej powierzchni, a II aż 84%. Ponadto próbki pobrano ze studzienek melioracyjnych, do których spływają wody z obszaru 5-10 ha, mogło się zdarzyć, że był to obszar zakwalifikowany do różnych klas. Innym powodem małego zróżnicowania wyników analizy chemicznej próbek wody może być również fakt, że grunty zaklasyfikowane do klasy I stanowią niewielkie wydzielenia w południowej części gminy, która leży w Dolinie Baryczy i należy do obszaru Natura 2000, na którym od lat prowadzona jest dość restrykcyjna działalność rolnicza.

Podsumowanie i wnioski

Opracowana metoda pozwala odpowiedzieć na pytania: Jaki jest poziom narażenia wód podziemnych na zanieczyszczenia na danym obszarze gruntów ornych? Dlaczego występuje? Dlaczego jest tak wysoki lub niski? W gminie Odolanów wysoki poziom zagrożenia wynika przede wszystkim ze słabej jakości gleb oraz występowania zwierciadła wód podziemnych na głębokości mniejszej niż 2 m na obszarze 67% analizowanego terenu.

Wykorzystanie wszystkich dostępnych cech profilu glebowego pozwala na pełniejsze scharakteryzowanie jego możliwości ochronnych w odniesieniu do wód podziemnych, niż uwzględnianie tylko informacji o gatunku gleby lub typie, jak to jest przyjmowane w innych metodach.

Przeprowadzenie analiz w jednostkach będących wydzieleniami z mapy glebowo-rolniczej pozwoliło uniknąć uśredniania danych dotyczących właściwości gleb, stanowiących podstawę oceny możliwości ochronnych profilu glebowego w odniesieniu do wód podziemnych.

Przeprowadzenie klasyfikacji końcowej w 4 klasach pozwala zaznaczyć różnice między obszarami, nie utrudniając interpretacji wyników.

Wykorzystanie map w skali 1:5000 i 1:10 000 pozwala na zachowanie dokładności odpowiadającej pracom prowadzonym na poziomie gminy. Ponadto wykorzystanie danych z mapy glebowo-rolniczej w skali 1:5000, a nie 1:25 000 lub 1:200 000, jak w istniejących już metodach, zwiększa dokładność prowadzonych analiz.

W celu dalszego sprawdzania metody wskazane byłoby wykonanie wielu prób analizy wody, najlepiej wód zebranych za pomocą piezometrów rozstawionych na analizowanym obszarze, w długim okresie z uwzględnieniem zmieniających się warunków pogodowych, historii przeprowadzanych zabiegów agrotechnicznych oraz realizacji planów gospodarki przestrzennej.

Literatura

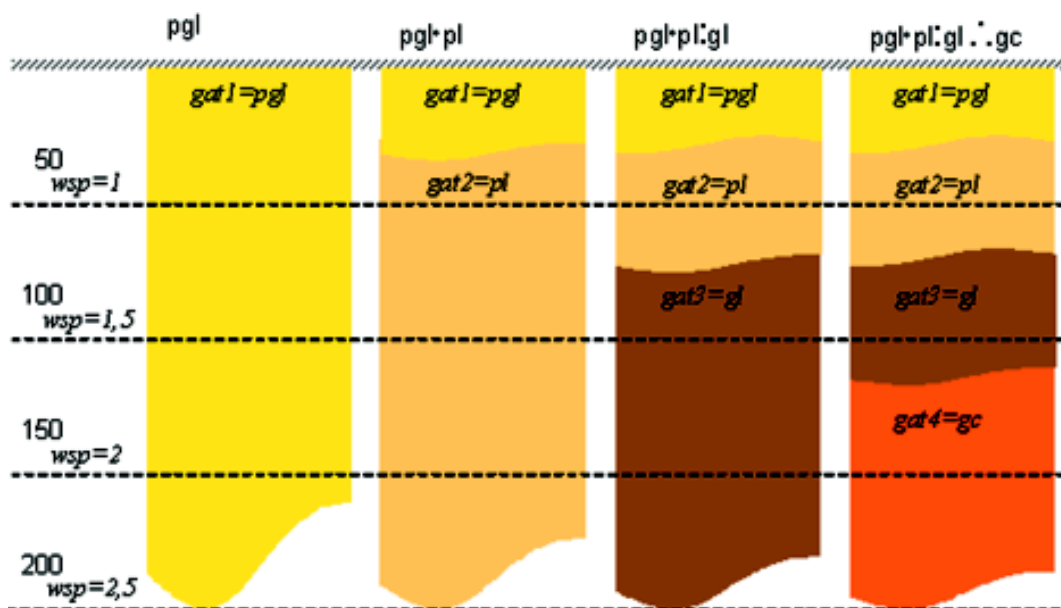
- Aller L., Bennett T., Lehr J. H., Petty R. J., Hackett G., 1987: DRASTIC: a standardized system for evaluating ground water pollution potential using hydrogeologic settings. EPA/600/S2-87/035.
- Aneks do mapy glebowo-rolniczej w skali 1:5000 dla gminy Odolanów. 1978: Wojewódzkie Biuro Geodezji i Terenów Rolnych w Poznaniu.
- Błaszczak T., Górski J., 1993: Zanieczyszczenie, zagrożenie i ochrona wód podziemnych w Polsce. Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, Seria Geologiczna nr 13. Poznań.
- Byczkowski A. 1999: Hydrologia. Tom II. Wydawnictwo SGGW, Warszawa.
- Chelmiński W., 2001: Woda. Zasoby, degradacja, ochrona. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Dyrektywa Azotanowa 91/676/EWG. Dyrektywa Rady z 12 grudnia 1991 r. dotycząca ochrony wód przed zanieczyszczeniami powodowanymi przez azotany pochodzenia rolniczego.
- Dyrektywa 80/68/EWG. Dyrektywa Rady z 17 grudnia 1979 r. dotycząca ochrony wód podziemnych.
- Jokiel P., 1994: Zasoby, odnawialność i odpływ wód podziemnych strefy aktywnej wymiany w Polsce. *Acta Geographica Lodziensia* Nr 66-67. Łódź.
- Każmierczak-Końska E., Końska T., 2000: Ewidencja gruntów i budynków podstawą map tematycznych dla celów zarządzania. Materiały konferencyjne: X Konferencja Naukowo-Techniczna PTIP nt. Systemy Informacji Przestrzennej. s. 282-289. Zegrze k. Warszawy.
- Kleczkowski A.S. (red.), 1984: Ochrona wód podziemnych. Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa.
- Kryza J., Poprawski L., Wojtun B., Limisiewicz P., Rabikowska B., 1990: Ocena podstawowych parametrów migracji związków azotu i pestycydów w wodach podziemnych. Etap V – Opracowanie modelowych rozwiązań rolniczej działalności na obszarach chronionych. Prace CPBP 04.10.09. Zad.09.02.04.02. Arch. ZHGIG AGH Kraków.
- Mocek A., Drzymała S., Maszner P., 2004: Geneza, analiza i klasyfikacja gleb. Wydawnictwo Akademii Rolniczej im. Augusta Cieszkowskiego, Poznań.
- Suchożebrski J., 2000: Warunki migracji zanieczyszczeń do wód podziemnych na obszarach użytkowanych rolniczo. Rozprawa doktorska. Uniwersytet Warszawski, Wydział Geografii i Studiów Regionalnych, Zakład Hydrologii.
- Witczak S., Żurek A., 1994: Wykorzystanie map glebowo-rolniczych w ocenie ochronnej roli gleb dla wód podziemnych. Metodyczne podstawy ochrony wód podziemnych KBN – Projekt: 9 0615 91 01. ZHGIG AGH. Kraków.
- www.gridw.pl
- www.mos.gov.pl
- www.powiat-ostrowski.pl

Abstract

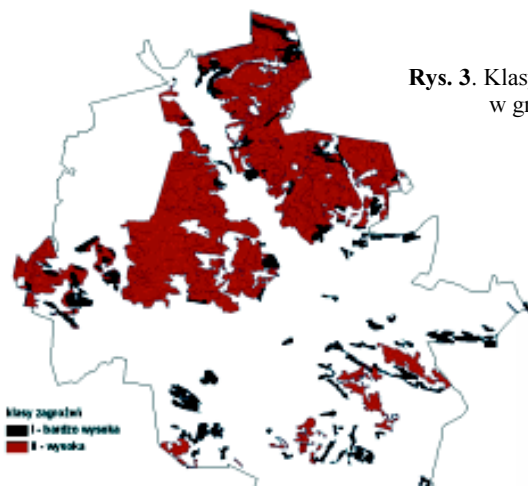
The objective of this project was to create a ranking method for evaluation of ground water pollution potential such as LeGrand's nomogram, Holman's procedure, Foster's GOD system or especially DRASTIC system. Protective possibilities of soil profile, depth of ground water, density of surface water network and slope of terrain were selected as diagnostic parameters. Each parameter obtained an index value from 1 – the worst protective possibilities to 10 – the best possibilities and a coefficient of importance for protection of underground water: soil and depth – 5 as having the biggest importance, density of surface water – 4 and slope of terrain – 3. The indexes for the depth of ground water, density of surface water and slope of terrain were assigned according to the range of their occurrence. The index for soil profile was computed in a special way defined in the project. The final classification was made for units of area delimited by variability of soil according to soil-agriculture map 1:5.000. The final value for each unit was computed as the sum of parameters' indexes multiplied by their coefficients of importance. The final values obtained were divided into 4 classes of ground water

pollution risk and presented on the map for the selected commune: 1st – very high, 2nd – high, 3rd – medium, 4th – low. It was proved that selected parameters allow to make classification of arable land according to its ground water pollution potential.

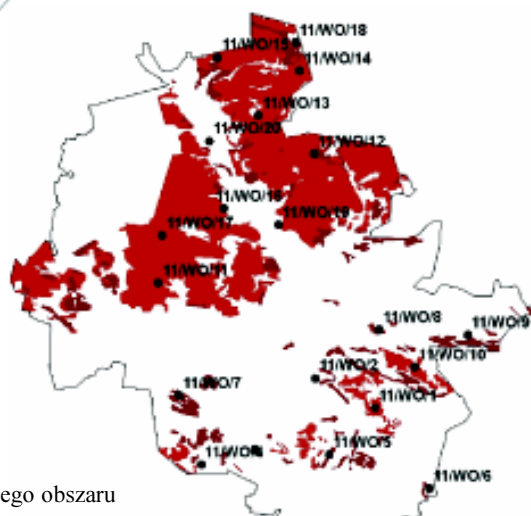
dr inż. Janina Rudowicz-Nawrocka
jrn@up.poznan.pl



Rys. 2. Przykład oznaczeń i rozkładu gatunków gleb na mapach glebowo-rolniczych w skali 1:5000



Rys. 3. Klasy zagrożenia wód podziemnych pod gruntami ornymi w gminie Odolanów wg zaproponowanej metody



Rys. 4. Miejsca poboru próbek wody z analizowanego obszaru

Rys. 5. Przestrzenny rozkład gruntów ornych w gminie Odolanów wg indeksów parametrów diagnostycznych obliczonych zaproponowaną metodą

