

PAWEŁ JOKIEL, ZYGMUNT MAKSYMIAK

*Morfologiczne i geologiczne tło procesu obiegu wody
w małej zlewni położonej
w północnej części Wyżyny Łódzkiej*

Morphological and geological conditions
in the drainage basin located
in the northern part Łódź Upland

Artykuł nawiązuje do ratyfikowanej przez Polskę w 1995 r., *Konwencji o ochronie różnorodności biologicznej*, a jego treść dotyczy bezpośrednio **georóżnorodności** jako tła procesu obiegu wody. Wskazano na budowę geologiczną i rzeźbę terenu oraz na zmiany tych elementów środowiska – jako czynniki główne, decydujące o wielkości retencji powierzchniowej, tempie infiltracji i filtracji wód, natężeniu i wielkości odpływu bezpośredniego, jak też odpływu podziemnego.

Przedmiotem zainteresowania jest zlewnia Dzierżąznej – zlewnia badawcza Zakładu Hydrologii i Gospodarki Wodnej Uniwersytetu Łódzkiego. Znajduje się ona w zachodniej części północnej krawędzi Wyżyny Łódzkiej. Jest to obszar największych miąższości pokrywy plejstocenijskiej w okolicach Łodzi, a także strefa występowania licznych spiętrzeń glacytektonicznych, różnych litologicznie, osadów trzeciorzędowych i czwartorzędowych. Specyfika rzeźby i warunków litologicznych w zlewni powoduje zróżnicowanie struktury elementów bilansu wodnego, rozwoju sieci rzecznej, miąższości strefy aktywnej wymiany, itp. Zlewnia Dzierżąznej, ze względu na dużą zmienność przestrzenną warunków przyrodniczych, była i jest różnie zagospodarowywana i wykorzystywana przez ludność. Ślady tej działalności (m. in. w postaci stawów zaporowych po młynach i foluszach, wyrobisk po glinie, piaskowni i żwirowni) nadal są wyraźnym elementem krajobrazu, ponadto odciskają swoje piętno na współczesnym obiegu wody na tym terenie.

Uwagi wstępne

W 1995 r., po ratyfikacji przez Polskę *Konwencji o ochronie różnorodności biologicznej*, zainicjowano w naszym kraju działania w celu stworzenia kolejnego programu ochrony przyrody, tym razem abiotycznej. Pojawił się

też nowy termin na określenie zespołu działań służących zachowaniu i ochronie szczególnie cennych elementów przyrody nieożywionej i krajobrazu – „ochrona georóżnorodności”. W tym znaczeniu, pojęcie georóżnorodności dotyczy więc: geologii, rzeźby, gleb, klimatu, stosunków wodnych itd., i to nie tylko w aspekcie związanych z nimi form i zjawisk, ale także w odniesieniu do struktury działających w ich obrębie procesów.

Budowa geologiczna i rzeźba terenu są nieodłącznymi elementami środowiska geograficznego, a wiedza o nich zawsze winna być podstawą kształtowania strategii ochrony krajobrazu i stanowić dzięki temu ważny element polityki ekorozwoju. Razem tworzą one swoiste tło, na którym rozgrywają się inne procesy przyrodnicze i antropogeniczne. Jest to jednak tło specyficzne, ponieważ w wyniku działania tych procesów zmienia ono ciągle swój charakter, ewoluując razem z nimi.

Zlewnia rzeczna wraz ze swoją rzeźbą, budową geologiczną, pokrywą glebową, siecią hydrograficzną, czy wreszcie z obiektami stworzonymi przez człowieka, spełnia w odniesieniu do opadu dwie podstawowe funkcje. Po pierwsze – wraz z aktualnymi warunkami pogodowymi określa ilościowe relacje między poszczególnymi składowymi bilansu wodnego, a więc między opadem, odpływem, parowaniem i retencją. Tworzy zatem strukturę bilansu wodnego. Po drugie – zlewnia rozdysponowuje i ukierunkowuje w czasie i w przestrzeni wymienione składniki bilansu. Steruje więc przebiegiem transformacji opadu. Reasumując, zlewnia rzeczna przyjmuje, akumuluje i transportuje dostarczane z zewnątrz i na zewnątrz wyprowadzane strumienie wody (opad, odpływ, parowanie) oraz energii (radiacja, konwekcja) (Jokiel 1994).

Charakter powierzchni topograficznej zlewni, występujące w jej obrębie formy morfologiczne oraz ich właściwości zależą niewątpliwie od warunków klimatycznych i związanego z nimi reżimu odpływu. Równocześnie jednak sam odpływ – jego wielkość, rodzaj i skala zmienności w czasie i w przestrzeni – jest istotnie uzależniony od rzeźby i budowy geologicznej obszaru, na którym się formuje. Wynikiem tej współzależności jest, oczywiście, pewien złożony system dynamiczny, pełen różnego rodzaju sprzężeń zwrotnych, noszący miano cyklu hydrologicznego. W żargonie rozpowszechnionym wśród fizyków napisalibyśmy, że występujące w nim obiekty i procesy „oddziałują z sobą” w czasie i w przestrzeni.

Roli rzeźby i budowy geologicznej w formowaniu struktury bilansu wodnego danego obszaru nie sposób przecenić. Od nich bowiem zależy kierunek i tempo przemieszczania się wody opadowej w każdej właściwie fazie cyklu hydrologicznego. Decydują one m. in. o wielkości retencji powierzchniowej, tempie oraz miejscu infiltracji i filtracji, rodzaju, natężeniu i wielkości odpływu bezpośredniego, a także o prędkości, kierunku i wielkości

odpływu podziemnego. W ogólności można powiedzieć, że rzeźba i budowa geologiczna są najważniejszymi czynnikami kształtującymi podział opadu na wodę infiltrującą, parującą i odpływającą.

Małe nachylenia powierzchni, gęsta sieć zagłębień i dobre parametry filtracyjne utworów powierzchniowych stwarzają zawsze optymalne warunki do infiltracji opadu, a więc sprzyjają dużej retencji podziemnej i odpływowi podziemnemu. Przy podobnym urzeźbieniu powierzchni, ale słabej przepuszczalności powierzchni czynnej, istotną rolę zaczynają odgrywać: retencja powierzchniowa i parowanie terenowe. Z kolei, przy dużych nachyleniach terenu, małej liczbie zagłębień bezodpływowych oraz niskiej wodoprzepuszczalności gleb, powstają przeważnie warunki dogodne do tworzenia się spływu powierzchniowego i związanej z nim erozji.

W ścisłym związku z morfologią terenu pozostaje retencja powierzchniowa zlewni, a w szczególności retencja depresyjna i retencja sieci hydrograficznej. Jeżeli natężenie dostawy wody do powierzchni przekracza natężenie infiltracji, to w zagłębieniach terenu, w suchych i czynnych dolinach oraz na powierzchniach płaskich zaczyna gromadzić się woda. Po pewnym czasie, po „wypełnieniu” zbiornika retencji powierzchniowej, pojawia się dość szybko lokalny spływ powierzchniowy, tzw. hortonowski. Powstaje więc najniższy poziom organizacji odpływu, którego efektem morfologicznym jest często erozja rowkowa.

Jeśli dostawa wody nie ustaje, to na dalszy rozwój tej formy odpływu, oraz i na przemiany w zbiorniku retencji depresyjnej powoli zaczynają także wpływać inne czynniki. Poza natężeniem opadu, tempem topnienia pokrywy śnieżnej i miejscową przepuszczalnością gruntu, kolejno, wraz ze wzrostem skali, coraz większą rolę, odgrywają pozostałe cechy rzeźby, w tym: mikro-rzeźba terenu, morfologia rzeźby oraz spadki i długości stoków. Dotyczy to zwłaszcza strefy zasilania, a więc „pasów” terenu bezpośrednio przylegających do linii ciekowych.

O roli przepuszczalności warstwy powierzchniowej w procesie generowania różnych rodzajów odpływu świadczyć może chociażby zróżnicowane tempo powstawania form erozyjnych w młodym krajobrazie polodowcowym. Na glinach morenowych dość szybko zanikają bowiem zagłębienia bezodpływowe, a zarysowują się linie ciekowe będące zaczątkiem dolin rzecznych. Natomiast na obszarach sandrowych liczba zagłębień bezodpływowych nie maleje tak szybko, a doliny są zwykle rzadkie i słabo wcięte. Również gęstość sieci rzecznej stałej i okresowej jest w pierwszym przypadku znacznie większa niż w drugim.

Z morfologią terenu związane jest także natężenie i charakter procesu drenażu, i to zarówno w odniesieniu do odpływu bezpośredniego, jak i odpływu podziemnego. Spośród wszystkich form drenażu najwydajniejszy jest zwykle liniowy, a to z powodu swej względnej ciągłości w przestrzeni.

Koryta rzek, a najczęściej całe doliny rzeczne, odbierają więc ze strefy czynnej wszystkie rodzaje uformowanego w niej odpływu, koncentrują je i wyprowadzają na zewnątrz.

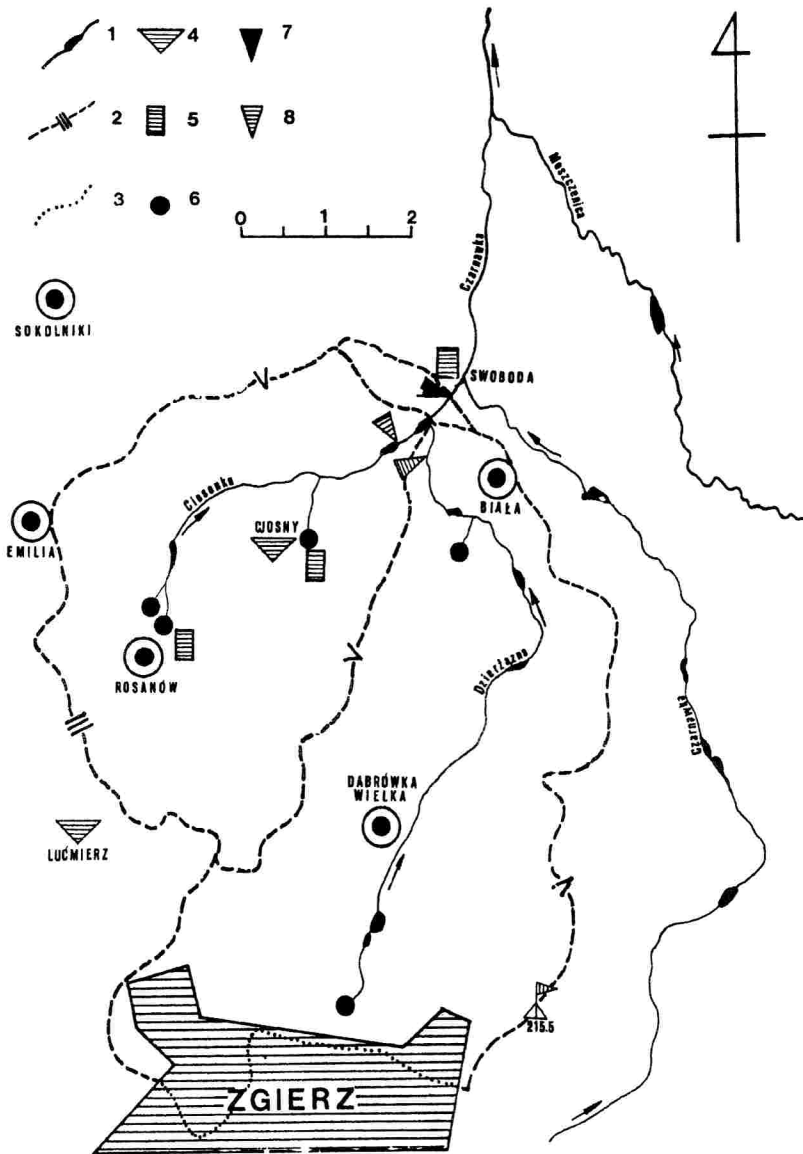
Charakter i intensywność drenażu liniowego są ściśle związane z kształtem i głębokością rozcięć erozyjnych oraz z ich położeniem w stosunku do innych form, a więc z szeroko pojmowaną morfologią terenu. Zależą one także od więzi hydraulicznych łączących wody powierzchniowe i podziemne strefy czynnej z korytami cieków i ich dolinami oraz od sposobu wykształcenia samych poziomów wodonośnych. Tu zaś nie sposób nie dostrzec powiązań z szeroko pojmowaną budową geologiczną strefy aktywnej wymiany i związanym z nią charakterem występujących w niej wód podziemnych.

Mimo funkcjonowania pewnych prawidłowości, oddzielenie wpływu rzeźby od wpływu budowy geologicznej na proces formowania się odpływu z danego obszaru jest bardzo trudne, a czasem wręcz niemożliwe. Obie te cechy są bowiem silnie z sobą powiązane, a na dodatek w bardzo podobny sposób oddziałują na strukturę bilansu wodnego. Warto również podkreślić, że są one także mocno skorelowane wewnętrznie. Przecież rzeźba terenu jest w końcu tworem powstałym w wyniku długotrwałego oddziaływania klimatu na warunki geologiczne.

Należy też wspomnieć, że na obszarach zagospodarowywanych przez człowieka, rzeźba terenu, a nawet jego budowa geologiczna zaczynają powoli nabierać charakteru paranaturalnego. Różna jest przy tym skala tych przemian: poczynając od zanikania naturalnych, a pojawiania się antropogenicznych mikroform powierzchni, kończąc zaś na zdegradowanych – wskutek eksploatacji kruszyw lub powstałych w wyniku składowania odpadów – całych formach morfologicznych, przybierających postać rozległych wyrobisk i pagórków. Zmianie ulegają zatem nawet tzw. stacjonarne warunki krążenia wody.

Geneza rzeźby i budowy geologicznej zlewni Dzierżąznej

Dzierżązna, wraz ze swym dopływem Ciosenką, odwadnia północny, niewielki fragment obszaru otaczającego aglomerację łódzką. Południowy odcinek działu wodnego jej zlewni przebiega przez północną część zwartej zabudowy miejskiej Zgierza, zaś północny biegnie prawie równoleżnikowo, nieco na południe od miejscowości Sokolniki. Na zachodzie linia wododziałowa biegnie niemal wzdłuż drogi Zgierz – Ozorków, a na wschodzie łączy północne tereny miejskie Zgierza, przez Maciejów, z miejscowością Biała (rys. 1).



Rys. 1. Lokalizacja zlewni Dzierżaznej: 1 – ciekі stałe i stawy; 2 – działki wodne; 3 – działki wodne w strefie miejskiej; 4 – posterunek opadowy sieci ZHiGW UŁ; 5 – studnie obserwowane w ramach sieci ZHiGW UŁ; 6 – źródła obserwowane w ramach sieci ZHiGW UŁ; 7 – wodowskaz sieci ZHiGW UŁ; 8 – miejsca stałych pomiarów przepływu

Fig. 1. Localization of the Dzierżazna drainage basin: 1 – permanent streams and ponds; 2 – watersheds; 3 – watersheds in the urban zone; 4 – precipitation station in the ZHiGW UŁ network; 5 – wells controlled in the ZHiGW UŁ network; 6 – springs controlled in the ZHiGW UŁ network; 7 – water-gauge of the ZHiGW UŁ network; 8 – sites of the regular flow measurements

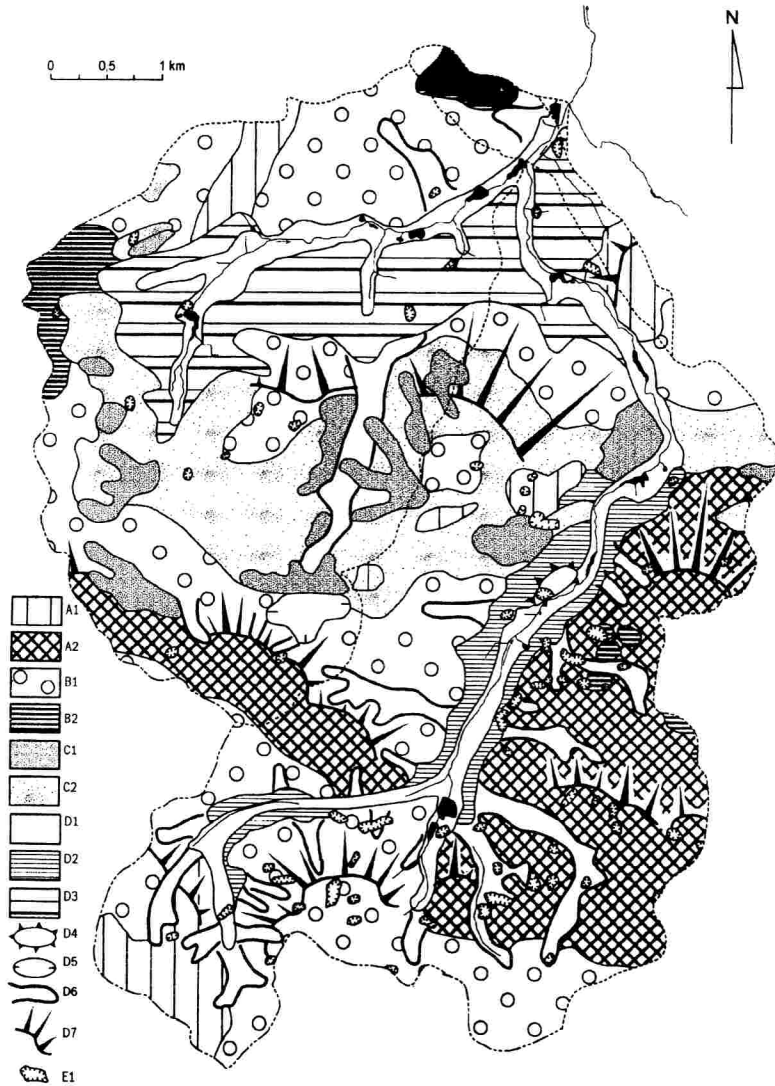
Z punktu widzenia hydrograficznego, Dzierżazna jest ciekim V rzędu, należącym do systemu Czarnawki, a wraz z nią do dorzecza Moszczenicy. Ta ostatnia jest natomiast pierwszym, znaczącym, prawostronnym dopływem Bzury.

Ukształtowanie rzeźby regionu łódzkiego, w tym obszaru zlewni Dzierżaznej, jest efektem zdarzeń i procesów zachodzących tu od początku plejstocenu, szczególnie zaś od okresu zlodowacenia warty. Formy rzeźby glacialnej zostały następnie przemodelowane w warunkach interglacialnych (eem), peryglacialnych i holocenijskich – mają więc charakter poligenny.

H. Klatkowska (1972, s. 42) stwierdza, że w rozmieszczeniu pokrywy czwartorzędowej regionu ważną rolę odegrała rzeźba podłoża mezozoicznego. Wieloletnie Jej badania wskazują, iż „1) drobne, lecz głębokie, wklęsłe formy powierzchni mezozoicznej podlegały stopniowemu zasypywaniu; 2) morfologiczna elewacja niecki łódzkiej stanowiła permanentnie strefę ograniczonej miąższości późniejszych utworów luźnych; 3) system poprzecznych garbów mezozoiku o wysokościach względnych ok. 100 m, istniejący w strefie krawędzi Wyżyny Łódzkiej, był przeszkodą, przed którą gromadziły się i spiętrzały utwory luźne, poczynając od trzeciorzędowych aż do warciańskich”.

W środkowej Polsce – o czym powszechnie wiadomo – głównymi jednostkami tektonicznymi są wał kujawski i obrzeżające go niecki: mazowiecka od północnego wschodu i łódzka od południowego zachodu. Wiadomo także, że w okolicach Łodzi występuje inwersja rzeźby w obrębie struktur mezozoicznych. Stąd w osi niecki łódzkiej obserwuje się ciąg kulminacji stropu podłoża. Występują one na linii Wadlew – Mogilno – Dobroń – Poddębice. Od tej linii ku południowemu zachodowi strop mezozoiku wyraźnie obniża się. Na północnym wschodzie obniżenie powierzchni mezozoicznej obserwujemy natomiast w centrum niecki mazowieckiej, gdzie schodzi ona poniżej poziomu morza. Należy przy tym zaznaczyć, iż po części ścięty i zapadający ku północy wał kujawski, na odcinku Ozorków – Łęczyca – Kłodawa, wykazuje asymetryczne nachylenie powierzchni ku północnemu wschodowi. W efekcie ciąg najwyższych kulminacji podłoża mezozoicznego zaznacza się na linii Łódź – Koluszki – Rawa Mazowiecka; ich przebieg jest tu zgodny z osią północnej krawędzi Wyżyny Łódzkiej.

Zlewnia Dzierżaznej obejmuje zachodnią część tej strefy. Poczynając od okolic Zgierza, gdzie najwyższe wysokości sięgają 212,7 i 215,5 m n.p.m., schodzi ona stopniami na północ w kierunku pradoliny warszawsko-berlińskiej. Każdy z tych stopni posiada słabo urozmaiconą powierzchnię szczytową i wyraźny stromy stok, nachylony ku północy (rys. 2).



Rys. 2. Naturalne i antropogeniczne formy rzeźby w zlewni Dzierżąznej (oprac. na podstawie: H. Klatkowa, 1993, *Szczegółowa mapa geologiczna Polski, ark. Zgierz*, szkic geomorfologiczny, oraz badań własnych):
 ◆ Formy akumulacji lodowcowej: A1 – wysoczyzna morenowa płaska; A2 – wzngrza moren spiętrzonych;
 ◆ Formy akumulacji wodnolodowcowej: B1 – równiny sandrowe; B2 – kamy; ◆ Formy akumulacji eolicznej: C1 – wydmy; C2 – równiny eolicznej; ◆ Inne formy akumulacyjne i erozyjne: D1 – dna dolin rzecznych; D2 – rzeczne terasy akumulacyjne; D3 – równiny rozlewiskowo-jeziorne; D4 – ostańce erozyjne; D5 – zagłębienia po martwym lodzie; D6 – suche doliny i dolinki denudacyjne; D7 – krawędzie stokowe;
 ◆ Formy antropogeniczne: E1 – wyrobiska (żwirownie, piaskownie, glinianki)

Fig. 2. The natural and antropogenic relief forms in the Dzierżązna drainage basin (compiled after: H. Klatkowa, 1993, *Detailed geological map of Poland, sheet Zgierz*, geomorphological study, and after our own researches):
 ◆ Forms of a glacier accumulation: A1 – plain morainic plateau; A2 – push moraine hills;
 ◆ Forms of a fluvioglacial accumulation: B1 – sandr plains; B2 – kames; ◆ Forms of an eolian accumulation: C1 – dunes; C2 – eolian plains; ◆ Other accumulation and erosional forms: D1 – river valley – bottoms; D2 – river – built terraces; D3 – flooding – lake plains; D4 – erosion remnants; D5 – dead ice hollows; D6 – dry and denudation valleys; D7 – scarp slopes; ◆ Antropogenic forms: E1 – working (gravelpits, sandpits, claypits)

Powstanie stopni krawędzi wyżyny H. Klatkowa tłumaczy etapowym nasuwaniem się lądolodu. Transgredujący lodowiec trafił tu na garb mezo-zoiczny, przykryty luźnymi osadami trzeciorzędowymi i czwartorzędowymi z wcześniejszych nasunięć, w tym zlodowacenia odry. Ta przeszkoda, wraz ze spiętrzonymi przed czołem utworami, była trudna do przebycia. Lądolód zatrzymywał się. Napływ nowych mas lodu powodował kolejne, ale już na wyższym poziomie przyspieszenie ruchu lodowca. Ów skokowy ruch zrównywał powierzchnie spiętrzonych osadów i tworzył kolejne, coraz wyższe stopnie.

Budowa wewnętrzna stopni krawędziowych jest silnie zaburzona. W zaburzeniach udział biorą różnorodne skały; od piasków i żwirów, przez gliny morenowe i ropy, do osadów organicznych włącznie. Struktury glaciektonicznych spięrzeń mają różny charakter. Wśród nich szczególnie liczne są struktury fałdowe (Lenciewicz 1927; Dylik 1953; Klatkowa 1972).

W zlewni Dzierżąnej do dziś można obserwować fałd utworów neogen-skich w wyrobisku starej cegielni w Dąbrówce-Strumianach. W jądrze tego fałdu występuje węgiel brunatny. Struktura fałdu w części stropowej jest wyraźnie ścięta i przykryta osadami luźnymi (piaskami i żwirami), zalegającymi horyzontalnie.

Owe pokrywy, leżące niezgodnie na spiętrzonych glaciektonicznie osadach, pochodzą z okresu deglacjacji lądolodu warciańskiego. Cofający się lodowiec pozostawił tu wówczas płyty glin, bryły martwego lodu i pokrywy glaci-fluwalne.

Osady wodnolodowcowe były odkładane nie tylko na spięzrzeniach stopni krawędziowych. Tworzyły się również rozległe równiny wód roztopowych, typu sandrowego, oraz różnej wielkości pagórki i wzgórze kemowe z towarzyszącymi im terasami. Z tego okresu pochodzi równina sandru grotnicko-luźmierskiego oraz formy szczylinowe okolic Emilii i Tkaczewskiej Góry. Sandr ten zajmuje całą północno-zachodnią część zlewni Dzierżąnej. Jego powierzchnia, położona w przedziale 140–160 m n.p.m., jest lekko nachylona ku osi doliny Ciosenki (rys. 2). Znaczna miąższość serii piaszczysto-żwirowej sandru (ponad 15 m) sprawia, że jest to obszar o dużych możliwościach infiltracyjnych i retencyjnych. Potwierdzeniem tej tezy są m. in., wysokie i stabilne wydajności źródeł Rosanova i Ciosnów, położonych u jego podnóża.

W fazie kataglacjalnej zlodowacenia warty, nasilają się procesy związane z organizacją sieci rzecznej. Wody z topniejącego lądolodu, tworząc pola piaszczysto-żwirowe, początkowo płynęły siecią nakładających się i krzyżujących, okresowych strumieni – typowych dla peryferyjnej strefy ekstraglacjalnej. Z czasem jednak zaczęły organizować się linie odpływu stałego.

W szczytowej, wyżynnej części strefy krawędziowej wody wykorzystywały obniżenia strukturalne, równoległe do krawędzi, o orientacji WNW–ESE;

obecnie są to suche odcinki dolin górnej Bzury, Mrogi i Mroźnicy. W miarę cofania się lodowca, kierunek równoleżnikowy odpływu stopniowo zanikał, na rzecz odpływu południkowego, zgodnego ze spadkiem powierzchni terenu – ku północy. Procesom erozyjnym sprzyjały tu znaczne nachylenia powierzchni stokowych. Młoda sieć rzeczna szybko łączyła zamknięte zagłębienia glacialne, w których nierzadko tkwiły zagrzebane bryły martwego lodu. Przypadek taki stwierdzono w suchej dziś dolince w Rudunkach (Klatkowska 1972, Jastrzębska-Mamełka 1985) oraz w dolinie Moszczenicy (Kamiński 1993).

Powstałe wówczas główne linie erozyjne podlegały dalszemu rozwojowi w warunkach morfogenezy interglacjalnej i – co bardzo ważne dla regionu łódzkiego – w warunkach vistuliańskiej morfogenezy peryglacjalnej.

Okres interglacjału eemskiego zapisał się wytapianiem brył martwego lodu, pogłębieniem dolin rzecznych i nagromadzeniem osadów organicznych. Szczegółowo przeanalizowany profil torfowo-mułowy eemu i wczesnego vistulianu występuje w zagłębieniu wytopiskowym w Rudunkach (Jastrzębska-Mamełka 1985). Osady eemskie przykryte są tu mięszszą, 2–2,5 m serią mułowo-piaszczystą wczesnego vistulianu.

Z morfogenezą peryglacjalną vistulianu związane są także terasy rzeczne o wysokości 4–8 m nad poziomem rzek (np. w dolinie Dzierżanej), rozległe równiny rozlewiskowo-jeziorne i liczne suche doliny.

Pod względem cech litologicznych i pozycji stratygraficznej, równiny odpowiadają vistuliańskim terasom rzeczny. Budują je piaski z domieszką żwirów i mułki jeziorne. Są to osady nagromadzone w rozszerzeniach kotlinowatych i obniżeniach dolinnych ciągnących się równoleżnikowo – od okolic Słowika na zachodzie, po Białą na wschodzie (rys. 2). Osady te towarzyszą całej dolinie Ciosenki – od źródeł w Rosanowie, aż do ujścia pod Swobodą. Są one również znane z obszarów stożków napływowych równiny Woli Mąkolskiej.

Ważnym elementem rzeźby peryglacjalnej są wydmy. Występują one w formie wałów – szczególnie licznie w okolicach Lućmierza i Grotnik, a na terenie zlewni – w rejonie Rosanowa i Leonowa. Działalność wiatru przejawiała się także silnym przewianiem piasków powierzchni równin sandrowych. Obok wydym, przewiane piaski dominują niemal na całej powierzchni sandru lućmierskiego.

Ostatnim akcentem rzeźby peryglacjalnej są suche doliny i niecki denu-dacyjne. Formy te szczególnie liczne i klasycznie wykształcone występują w strefie krawędziowej. Mają one postać wyraźnych, lecz płytkich niecek otwartych ku dołowi. Ich ujścia wychodzą na poziom teras dolinnych, rzadziej teras zalewowych. W profilu podłużnym często wykazują załamania.

Dolinki te, z punktu widzenia lokalnego obiegu wody, spełniają rolę linii drenażowych dla płytkich wód podziemnych, a ponadto organizują

i ukierunkowują odpływ wód ze strefy aeracji – spływ podpowierzchniowy. U ich wylotu, we współczesnych dolinach rzecznych pojawiają się niekiedy wydajne źródła. Takim przykładem jest wypływ w Ciosnach, położony niemal na wylocie dużej, suchej doliny, rozpoczynającej się w Rosanowie Dolnym, ok. 2 km powyżej źródła.

Najmłodszym, holoceniowym elementem rzeźby obszaru są współczesne dna dolin rzecznych. Budują je piaski rzeczne, piaski humusowe z domieszką szczątków organicznych, torfy i namuły organiczne. Miąższość osadów holoceniowych z reguły osiąga 2–2,5 m, natomiast torfy mają grubość 1–1,3 m.

Obserwacje terenowe wskazują, iż nagromadzenia osadów organicznych związane są ze spiętrzeniami wód cieków, bądź stanowią wypełnienia starorzeczy. Ich rozmieszczenie dowodzi związku z dawnymi zbiornikami zaporowymi, jak też istniejącymi współcześnie. W dolinie Ciosenki największa ich ilość występuje powyżej zbiornika w Dzierżąnej oraz w górę od młyna w Ciosnach.

Przykład doliny Ciosenki, gdzie związek występowania osadów organicznych ze spiętrzeniami wód jest wyraźny, nie jest odosobniony. Młyny i folusze, których istnienie potwierdzają mapy Gillyego (1802–1803) i *Karta topograficzna Królestwa Polskiego* (1843), występowały także na innych, pobliskich ciekach systemu Moszczenicy. Wymienić tu wypada młyny i folusze w Dąbrówce Strumianach, Bielskich Budach na Dzierżąnej, w Białej na Czarnawce, w Warszycach i w wielu innych miejscowościach (K a m i ń s k i 1993).

J. Kamiński udokumentował wyraźny związek występowania i dużej miąższości osadów holoceniowych, w tym organicznych, z istnieniem spiętrzeń wód powierzchniowych. W miejscach tych do dziś jeszcze występują podmokłości, a nierzadko też zabagnienia.

Działalność ludzka wpłynęła nie tylko na procesy erozji i akumulacji osadów w dolinach. Rozwój jednostek osadniczych, znany od schyłku paleolitu (7900 lat p.n.e.), w czasach nowożytnych, a zwłaszcza w XVII i XVIII w. przybiera na intensywności. Rozwija się bowiem gospodarka folwarczna. Obok budowy zapór młyńskich i foluszy postępuje budowa osiedli ludzkich (wsi i miast) oraz łączących je dróg. W krajobrazie pojawiają się pierwsze cegielnie (w Słowiku i w Zgierzu). Mnożą się liczne wyrobiska po glinie, żwirownie i piaskownie.

W wyniku rejestracji wyrobisk, przeprowadzonej w 1998 r. w zlewni Dzierżąnej, naliczono tam 67 większych zagłębień terenu, przy czym największe ich nagromadzenie stwierdzono w południowej i wschodniej części obszaru: okolice Zgierza, Rudunek i Dąbrówki. Surowce mineralne (piaski, żwiry, gliny) były materiałami najczęściej tu eksploatowanymi. Nic też dziwnego, że tego rodzaju wyrobisk jest tu najwięcej.

W chwili obecnej znaczna część zagłębień poeksploatacyjnych jest zagospodarowywana. Powstają w nich lokalne wysypiska śmieci – zarówno dobrze zorganizowane, jak też tzw. wysypiska dzikie (zwykłe śmietniki) – zanieczyszczające i szpecące środowisko. Szczególnie groźne są wypełnione nieczystościami wyrobiska wśród osadów żwirowo-piaszczystych. Stanowią one miejsca bezpośredniego przenikania do wód podziemnych zanieczyszczeń wypłukiwanych z nagromadzonych w nich odpadów.

Kształt i rzeźba zlewni Dzierżąnej

Dorzecze rzeki Dzierżąnej obejmuje wycinek północnego skłonu Wyżyny Łódzkiej, opadający w kierunku pradoliny warszawsko-berlińskiej kilkoma wyraźnymi stopniami morfologicznymi. Powierzchnia zlewni (do przekroju zamkniętego wodowskazem w Swobodzie) wynosi 42,9 km², z czego 17,8 km² odwadnia największy dopływ Dzierżąnej – Ciosenka. Natomiast całe dorzecze Dzierżąnej zajmuje obszar większy tylko o ok. 1 km².

Powierzchnie zlewni zerowego odpływu – czyli tereny odwadniane wyłącznie na drodze odpływu podziemnego lub inaczej; powierzchnie obszarów położonych „powyżej” przekrojów, w których pojawia się stały odpływ w korytach systemu – wynoszą: w zlewni Ciosenki – 10,6 km², zaś w zlewni Dzierżąnej (do ujścia Ciosenki) – 5,2 km². Różnią się więc między sobą bardzo wyraźnie, a ponadto są znacznie większe od wartości przeciętnych oszacowanych dla obszaru podłódzkiego (1,5–5,0 km²) przez H. Czarnecką (St a c h y 1991). Trzeba podkreślić, iż ustalenie położenia punktów, w których pojawia się stały odpływ, było tu stosunkowo łatwe, gdyż obie strugi rozpoczynają się wydajnymi i trwałymi źródłami.

Już samo porównanie tych dwu, podanych wyżej, wielkości może być przesłanką do sformułowania tezy, że zlewnia Ciosenki jest gorzej odwadniana powierzchniowo niż zlewnia Dzierżąnej, a na znacznej części jej obszaru (ponad 60%) **efektywny odpływ powierzchniowy**, czyli ten, który dociera bezpośrednio do koryt, praktycznie nie powinien się pojawiać. Również wody opadowe infiltrujące na terenie zlewni Ciosenki i zasilające istniejące tam poziomy wodonośne, by dotrzeć do miejsca drenażu, pokonują o wiele dłuższą drogę niż w zlewni Dzierżąnej. Na marginesie warto dodać, że Dzierżązna jest rzeką, która stosunkowo szybko „docina” się do trwałego poziomu wodonośnego. To zaś jest oznaką jej dużej aktywności erozyjnej.

Długość całej badanej zlewni wynosi 9,3 km, a jej średnia szerokość ponad 5,8 km. Przy obwodzie bliskim 33 km (długość topograficznego działu wodnego) wartości te wskazują na stosunkowo dużą zwartość od-

wadnianego obszaru. Uwaga ta odnosi się także do obu zlewni cząstkowych. Świadczą o tym zarówno wskaźniki formy, jak i wskaźniki kolistości – we wszystkich przypadkach bliskie 0,5. Zatem, z punktu widzenia kształtu, obie zlewnie cząstkowe można uznać za podobne do siebie.

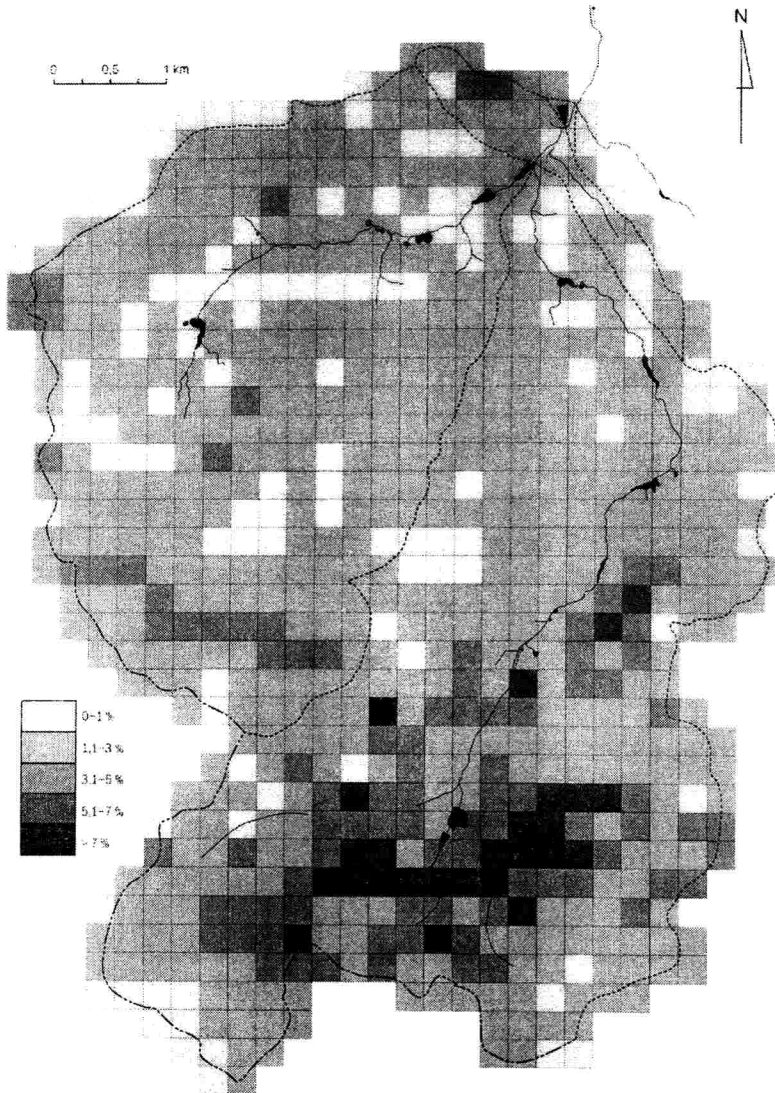
Rzeźba terenu jest w dorzeczu Dzierżąskiej bardzo urozmaicona, choć wyraźnie rysują się różnice między obiema zlewniami cząstkowymi. Punkt o maksymalnej rzędnej znajduje się na południowo-wschodnim fragmencie działu wodnego – między Zgierzem a Maciejowem (215,5 m n.p.m.) – rys. 1. Wysokość minimalna występuje zaś w korycie Dzierżąskiej, w przekroju wodowskazowym położonym w miejscowości Swoboda – ok. 129,8 m n.p.m. Zatem deniwelacja na stosunkowo krótkim odcinku (ok. 8 km) wynosi ponad 85 m. Daje to spadek wysokości bliski 10 m/1 km. Wartości takie nie są zbyt często spotykane w niżowej części Polski, choć w krawędziowej strefie Wyżyny Łódzkiej można je uznać niemal za typowe.

W odniesieniu do morfologii terenu wyraźnie zarysowane są różnice w przypadku obu zlewni cząstkowych. Zdecydowanie bardziej urozmaicona rzeźba występuje w zlewni cząstkowej Dzierżąskiej. Dotyczy to zarówno deniwelacji, jak i lokalnych nachyleń terenu. Dość wspomnieć, że różnica wysokości na jej obszarze jest o ok. 25 m większa niż w zlewni Ciosenki.

W rzeźbie całej badanej zlewni dominują wzgórza moren spiętrzonych, faliste wysoczyzny morenowe oraz równiny sandrowe i aluwialne. Ważnymi elementami, urozmaicającymi krajobraz, są również wyraźne krawędzie erozyjno-denudacyjne, głęboko wcięte doliny rzeczne i suche dolinki, nisze źródłowe oraz pagórki kemowe i wydmowe. Lokalnie istotnymi składnikami rzeźby są także różnej wielkości, głębokości i wieku wyrobiska po eksploatacji kruszyw i gliny. Warto podkreślić, że w cząstkowej zlewni Dzierżąskiej dominuje raczej żywa rzeźba o charakterze erozyjnym, zaś w zlewni Ciosenki większą rolę odgrywają równiny akumulacyjne.

Średnia wysokość zlewni Dzierżąskiej, obliczona na podstawie krzywej hipsograficznej, wynosi 166 m n.p.m. Spośród dwu zlewni cząstkowych, niżej (średnio o ok. 20 m) położona jest powierzchnia odwadniana przez Ciosenkę. Również koryta cieków tej zlewni znajdują się przeciętnie o 14 m niżej niż sieć rzeczna Dzierżąskiej (Ciosenka – 140,7 m n.p.m., Dzierżązna – 154,7 m n.p.m.). Natomiast koryta w całej zlewni położone są średnio o ok. 18 m niżej od otaczających je wysoczyzn (148 m n.p.m.).

Liczby te dają pogląd na miąższość strefy aktywnej wymiany w tej zlewni oraz na potencjalną objętość jej **strefy hydrologicznie czynnej**. Należy podkreślić, że w przypadku Ciosenki różnica między średnią wysokością zlewni i średnią rzędną koryt systemu jest mniejsza od 15 m, zaś w zlewni cząstkowej Dzierżąskiej przekracza 20 m. Zatem miąższość drenowanego profilu czwartorzędu jest w tej ostatniej o prawie 30% większa. Gdyby założyć identyczną strukturę geologiczną i hydrogeologiczną obu zlewni



Rys. 3. Średnie nachylenia powierzchni terenu w zlewni Dzierżąznej [%]

Fig. 3. The average rates of the Dzierżązna basin slope [%]

cząstkowych, np. podobny udział frakcji piaszczysto-żwirowej w drenowanym profilu czwartorzędu, to większe zasoby winna gromadzić, znacznie „grubsza”, strefa retencji czynnej zlewni Dzierżąznej.

Średni spadek całego dorzecza, obliczony wzorem Kajetanowicza, wynosi 1,3% z tym, że nachylenia w zlewni Dzierżąznej są przeciętnie o 0,3% większe niż w zlewni Ciosenki. Również wskaźnik urzeźbienia (*relief ratio*)

ma tu większą wartość (Dzierżązna – 9,5; Ciosenka – 8,2). Przeciętna dla całego obszaru wynosi 9,2 m/km.

Przestrzenny rozkład średnich nachyleń w polach elementarnych o rozmiarach 250×250 m prezentuje rys. 3. Maksymalne nachylenia sięgające 9% występują w południowej części badanej zlewni, szczególnie w strefach bezpośrednio przylegających do doliny Dzierżąznej. Warto też zauważyć, że obszary wododziałowe charakteryzują się często znacznie mniejszymi nachyleniami niż tereny położone „wewnątrz” zlewni.

Linia łącząca Rosanów Górny, Dąbrówkę Strumiany i biegnąca niemal równoleżnikowo w kierunku Szczawina (poza zlewnią) dzieli całą zlewnię na dwie wyraźnie różniące się części. Na północ od niej dominują tereny płaskie, o nachyleniach do 3% i małych deniwelacjach. Natomiast w części południowej lokalne spadki terenu są znacznie większe, a rzeźba ma charakter pagórkowaty, z mocno zaznaczonymi wzgórzami morenowymi, dolinami rzecznyymi i krawędziami erozyjno-denudacyjnymi.

Lokalne nachylenia terenu w obu zlewniach cząstkowych również różnią się bardzo wyraźnie. W zlewni Ciosenki rzadko przekraczają 3%. Dominują tu tereny o spadkach z przedziału: 1,1–3,0%, a więc płaskie równiny akumulacyjne. Stwarza to doskonałe warunki do infiltracji wód opadowych oraz sprzyja powstawaniu zasobnych zbiorników wód podziemnych i formowaniu się odpływu podziemnego.

W zlewni Dzierżąznej, a zwłaszcza w jej południowej części rzeźba ma zdecydowanie inny charakter. Dość często lokalne nachylenia przekraczają 5,0% i, co ważne, dotyczy to zwykle stoków dolin oraz obszarów bezpośrednio do nich przylegających, a więc stref, gdzie najczęściej pojawia się spływ powierzchniowy – tzw. **obszary zasilania**. W oczywisty sposób sprzyja to formowaniu się w tej części zlewni odpływu bezpośredniego, a na zboczach dolin – nawet spływu powierzchniowego. W konsekwencji warunki infiltracyjne są tu znacznie gorsze, co powinno owocować stosunkowo niskim odpływem podziemnym. Warto jednak podkreślić, iż w strefach wododziałowych, cząstkowej zlewni Dzierżąznej warunki infiltracji wód opadowych pod względem rzeźby są lepsze niż wewnątrz jej obszaru. Może to mieć istotne znaczenie dla dynamiki wód i odpływu podziemnego.

Przepuszczalność wodna utworów powierzchniowych w zlewni Dzierżąznej

Ilościowy opis cech budowy geologicznej podłoża, w tym jego wodoprzepuszczalności, jest zadaniem trudnym. W badaniach hydrologicznych i hydrogeologicznych parametryzuje się najczęściej przepuszczalność i odsączalność utworów, a także ich pojemność wodną oraz możliwości retencyjne.

Zlewnię Dzierżanej w 100% pokrywa mozaika osadów czwartorzędowych. Ich litologia i geneza, obok ogromnej zmienności przestrzennej, charakteryzuje się przy tym dużym zróżnicowaniem pionowym. W poziomie i w pionie „sąsiadują” więc z sobą utwory o bardzo zróżnicowanych parametrach geofiltracyjnych i geostrukturalnych. Dowody na potwierdzenie tej tezy znajdziemy łatwo, przeglądając mapy i przekroje geologiczne wykonane dla tego terenu (Klatkowska 1972; 1993).

Duża zmienność budowy geologicznej sprawia, że warunki infiltracji opadów atmosferycznych oraz tempo przesączania się wody przez strefę aercacji, a także przepływ przez strefę saturacji są przestrzennie bardzo zróżnicowane. Należy przy tym podkreślić, że tak jak jakość łańcucha zależy od trwałości jego najsłabszego ogniwa, tak o prędkości i wydajności procesów infiltracji, filtracji i drenażu decyduje warstwa o najgorszych parametrach geofiltracyjnych. Zatem nawet o wstępnym sposobie podziału opadu atmosferycznego decyduje nie tylko litologia osadu znajdującego się na powierzchni, ale również sposób wykształcenia utworów położonych niżej.

Litologia utworów powierzchniowych decyduje nie tylko o tempie i ilości wody przedostającej się do zbiorników wód podziemnych oraz o odpływie podziemnym, ale wpływa także na charakter, głębokość i prędkość odpływu podpowierzchniowego, a więc jednej z form odpływu bezpośredniego. Dotyczy to w szczególności stref bezpośrednio przylegających do koryt i dolin, i to nie tylko cieków stałych, ale także strug okresowych i epizodycznych.

Do oceny przepuszczalności lub nieprzepuszczalności podłoża w skali zlewni stosuje się różnego rodzaju empiryczne współczynniki. Określa się je różnymi metodami dla konkretnych osadów lub gleb, przy uwzględnieniu zarówno ich przewodności hydraulicznej, jak i genezy i położenia morfologicznego.

Przykładem jest tu **współczynnik spływu powierzchniowego γ** zaproponowany przez H. Czarnecką (1976). Bazuje on na tzw. **wskaźniku nieprzepuszczalności gleb** Bołdakowa i pokazuje, jaka część opadu atmosferycznego przedostanie się do rzeki na drodze spływu powierzchniowego (naszym zdaniem: odpływu bezpośredniego). Jego dopełnienie można zaś uznać za miarę przeciętnej infiltracji efektywnej.

Wartość tego współczynnika zawiera się w przedziale od 0,85 (dla gleb wytworzonych na zwietrzelinie silnie ilastej, położonych na stokach górskich) do 0,1 (dla gleb powstałych na luźnych piaskach i żwirach, położonych na obszarach nizinnych). Przeciętny współczynnik odpływu bezpośredniego dla dowolnego obszaru uzyskujemy, obliczając średni ważony współczynnik γ , przy czym wagami są powierzchnie zajęte przez osady o określonym współczynnikiem.

Nieco inny charakter ma waloryzacja przepuszczalności stosowana przy określaniu charakterystyki CN w modelu SCS (Ozga-Zielińska, Brzeziński 1994). Wyróżniono tu tzw. grupy glebowe, którym przypisano określone możliwości infiltracyjne w zależności od litologii skały macierzystej. Najlepiej przepuszczalne są gleby na piaskach i żwirach (typ A), najgorzej zaś – gleby wykształcone na glinach średnich i ciężkich oraz na iłach (typ D). W zależności od typu gleb i sposobu ich użytkowania określany jest parametr CN.

Do oceny i waloryzacji wodoprzepuszczalności osadów pokrywających zlewnię Dzierżącej zastosowano dwa, zaprezentowane wyżej i nieco zmodyfikowane, rozwiązania. Modyfikacje polegały tu głównie na uwzględnianiu nie tylko osadów występujących bezpośrednio w podglebiu, ale także warstw leżących niżej (ponad zwierciadłem wody podziemnej). Przy czym wodoprzepuszczalność kompleksu była taka, jaką stwierdzono w przypadku osadu o najniższych parametrach filtracyjnych. Wydzielono również jako odrębny typ powierzchni miejskie, przyjmując dla nich współczynnik odpływu bezpośredniego na poziomie bliskim wartości maksymalnej dla osadów antropogenicznych – 0,45.

Tabela 1: Wodoprzepuszczalność utworów powierzchniowych zlewni Dzierżącej
Water permeability of the Dzierżąca basin surficial deposits

Grupa osadów	Współczynnik nieprzepuszczalności	Grupa gleb	Litologia osadów
2	0,20	B (wysoka)	mady, piaski rzeczne humusowe
4	0,30	C (średnia)	piaski, piaski i żwiry na glinie zwałowej
1	0,10	A (b. wysoka)	piaski, piaski i żwiry na piaskach
3	0,25	B (wysoka)	piaski i mułki
6	0,50	D (niska)	gliny zwałowe, ablacyjne i morenowe, piaszczyste
5	0,45	C (średnia)	osady antropogeniczne (obszar zwartej zabudowy)

Współczynniki nieprzepuszczalności osadów γ oraz waloryzację wodoprzepuszczalności, zgodnie z kryteriami stosowanymi w modelu SCS i w odniesieniu do utworów powierzchniowych zlewni Dzierżącej, prezentuje tab. 1. Dane dotyczące powierzchni, jaką zajmują osady o określonej wodoprzepuszczalności w obu zlewniach cząstkowych oraz w przypadku całego obszaru, zawiera tab. 2.

Obraz przestrzennej zmienności poszczególnych klas współczynnika γ i odpowiadających im, wyznaczonych grup glebowych prezentuje rys. 4. Dość łatwo można na nim znaleźć potwierdzenie tezy wynikającej również z tab. 2. Przeciętne możliwości infiltracyjne osadów, wynikające z ich litologii, są znacznie lepsze w zlewni Ciosenki niż w cząstkowej zlewni

Dzierżąznej. Ilość infiltrujących wód opadowych jest tu dużo większa, a odbywa się to oczywiście „kosztem” odpływu bezpośredniego.

Tabela 2: Powierzchnia wydzielonych grup osadów [km²]
The area of the isolated deposits groups [km²]

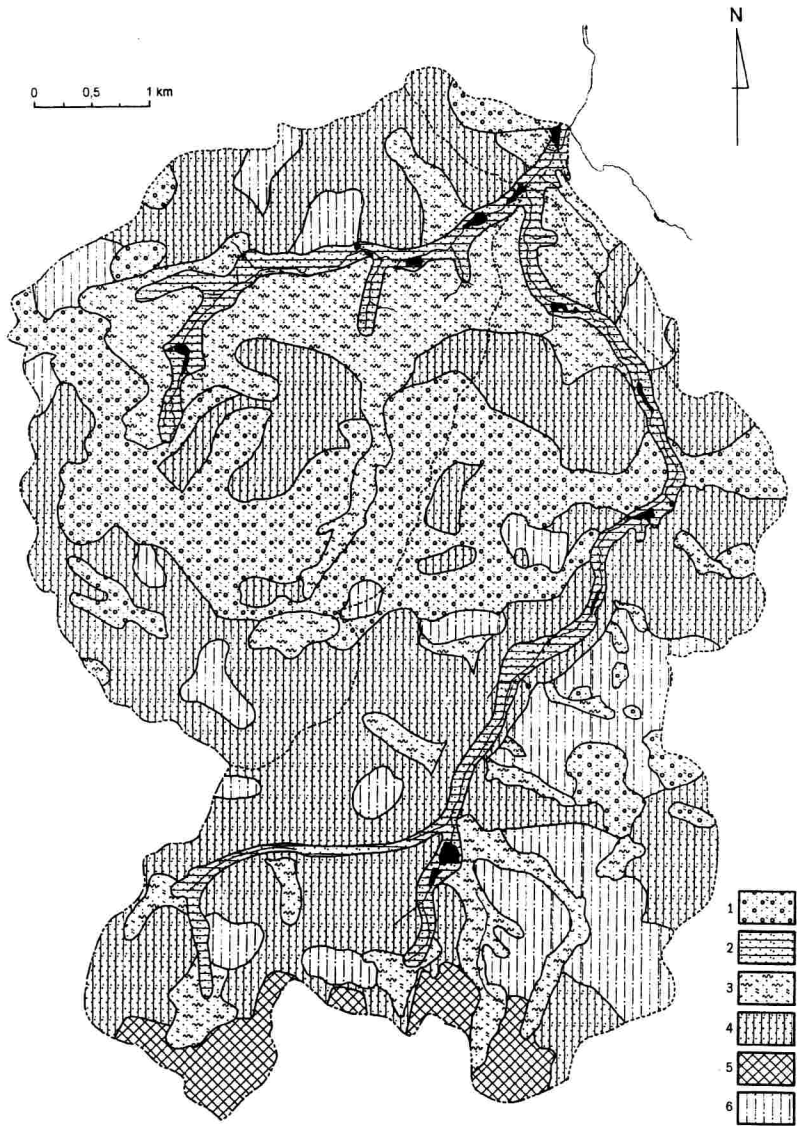
Grupa osadów	Współczynnik	Ciosenka	Dzierżązna	Cała zlewnia
2	0,20	0,926	1,090	2,073
4	0,30	6,986	10,825	18,247
1	0,10	5,053	3,253	8,559
3	0,25	3,935	3,103	7,366
6	0,50	0,910	4,251	5,347
5	0,45	0,000	1,290	1,290
Suma		17,81	23,811	42,88
Średni współczynnik odpływu bezpośredniego γ		0,237	0,305	0,276

Z punktu widzenia gospodarki wodnej, zjawisko to jest w pełni pozytywne. Woda zatrzymywana jest bowiem w strefie aktywnej wymiany na dłużej i przez to może być lepiej wykorzystywana, a procesy infiltracji i przepływu podziemnego (jak pamiętamy, na stosunkowo długim odcinku) prowadzą do istotnego samooczyszczenia i dezaktywacji ewentualnych zanieczyszczeń. W efekcie wody podziemne drenowane przez Ciosenkę winny być czyste i pozbawione zanieczyszczeń obszarowych związanych z rolnictwem.

Z drugiej jednak strony, duża wodoprzepuszczalność powierzchni i brak izolacji strefy saturacji stwarza poważne zagrożenia, gdy idzie o potencjalną możliwość zanieczyszczenia wód podziemnych tej zlewni. Dotyczy to zwłaszcza części środkowej obszaru, przez który przebiegać ma przecież nitka autostrady W-E.

Sama droga oraz towarzyszące jej obiekty (np. stacje benzynowe) będą poważnym, potencjalnym emitorem zanieczyszczeń płynnych, pyłowych i gazowych. Długotrwała ekspozycja gleb na emisję tych zanieczyszczeń wywoła niewątpliwie kumulację w nich różnych substancji, a w efekcie może przyczynić się do zmian składu chemicznego i jakości płytkich wód podziemnych występujących na tym terenie. Istotnym zagrożeniem może tu być także odwadnianie autostrady, a przez to splukiwanie z niej i odprowadzanie do cieków lub bezpośrednio na pola różnych, aktywnych substancji chemicznych.

Należy też podkreślić, że niektóre tereny w zlewni Ciosenki, a zwłaszcza te, które pokryte są bardzo dobrze przepuszczalnymi, głębokimi piaskami (często przewianymi lub tworzącymi wydmy), są dziś intensywnie wykorzystywane rekreacyjnie – np. kompleks działek letniskowych Rosanowa, Ciosnow



Rys. 4. Wodoprzepuszczalność utworów powierzchniowych w zlewni Dzierżąznej (oprac. na podstawie: H. Klatkowa 1993, *Szczegółowa mapa geologiczna Polski, ark. Zgierz*): 1 – bardzo wysoka [A; $\gamma = 0,10$]; 2 – wysoka [B; $\gamma = 0,20$]; 3 – wysoka [B; $\gamma = 0,25$]; 4 – średnia [C; $\gamma = 0,30$]; 5 – niska [D; $\gamma = 0,45$]; 6 – niska [D; $\gamma = 0,50$]

Fig. 4. Water permeability of the Dzierżązna basin surficial deposits (compiled after: H. Klatkowa 1993, *Detailed geological map of Poland, sheet Zgierz*): 1 – very high [A; $\gamma = 0,10$]; 2 – high [B; $\gamma = 0,20$]; 3 – high [B; $\gamma = 0,25$]; 4 – middle [C; $\gamma = 0,30$]; 5 – low [D; $\gamma = 0,45$]; 6 – low [D; $\gamma = 0,50$]

i Emilii. Prawie wszystkie domki letniskowe posiadają oprócz studni również szamba (najczęściej chłonne), do których odprowadzane są nieczystości. Ponadto, większość wiejskich piaskowni, żwirowni, wyrobisk oraz śródlęśnych i śródpolnych obniżzeń terenu zasypywana jest odpadkami stałymi (por. rys. 2 i rys. 4). Ich ilość bardzo szybko rośnie wraz z rozwojem osiedli letniskowych. Oba te zjawiska, w powiązaniu z dobrą przepuszczalnością utworów pokrywowych, stwarzają istotne zagrożenie dla stanu czystości lokalnych poziomów wodonośnych oraz całego środowiska.

Zważywszy też, że znaczna część zlewni Ciosenki wchodzi w skład strefy ONO (Obszar Najwyższej Ochrony), wyznaczonej dla poziomów wodonośnych kredowej niecki łódzkiej, oraz uwzględniając możliwość przenikania do tych poziomów niektórych zanieczyszczeń przez istniejące tu okna hydrogeologiczne, konieczne jest ścisłe przestrzeganie ograniczeń przewidzianych dla tej strefy i stały monitoring stanu czystości wód powierzchniowych i podziemnych na całym obszarze. Wydaje się również (mimo całej dyskusji, jaka się toczy na temat określania tła hydrochemicznego), że niezbędne jest także ustalenie, przynajmniej aktualnego stanu czystości wód powierzchniowych i podziemnych zlewni Dzierżąskiej.

Jeśli weźmiemy pod uwagę przeciętny współczynnik odpływu bezpośredniego, obliczony dla całej zlewni, oraz wnioski wynikające z przeanalizowania (w poprzednim rozdziale) charakteru jej rzeźby, można postawić tezę, iż na obszarze odwadnianym przez Dzierżąską i Ciosenkę warunki morfologiczne i litologiczne, choć wysoce zmienne przestrzennie, sprzyjają infiltracji wód opadowych i powstawaniu dużych zasobów wód podziemnych w strefie aktywnej wymiany. Równocześnie jednak warunki te, a w szczególności sposób wykształcenia istniejących tu zbiorników wód podziemnych, w tym brak lub niedostateczna szczelność ich „kapelusza ochronnego”, powodują, że wody podziemne na tych terenach są mocno narażone na zanieczyszczenia punktowe, liniowe i obszarowe. Konieczna jest więc szczególna dbałość o nie i stały monitoring ich ilości i jakości oraz wychwytywanie i stosowna reakcja na pojawiające się ciągle nowe zagrożenia, związane z gospodarczym i turystycznym zagospodarowywaniem obszaru zlewni.

Literatura

- Dylik J., 1953, *O peryglacjalnym charakterze rzeźby środkowej Polski*, Acta Geogr. Univ. Lodz., 4, [Łódź].
Gilly D., 1802–1803, *Spezial Carte von Südproussen*, 1:115 200.
Jastrzębska-Mamełka M., 1985, *Interglacja eemska i wczesny wistulian w Zgierz-Rudunkach na Wyżynie Łódzkiej*, Acta Geogr. Lodz., 53 [Ossolineum, Łódź].

- Jokieli P., 1994, *Zasoby, odpływ i odnawialność wód podziemnych strefy aktywnej wymiany w Polsce*, Acta Geogr. Lodz., 66–67, [Ossolineum, Łódź].
- Kamiński J., 1993, *Późnoplejstocenska i holocenska transformacja doliny Moszczenicy jako rezultat zmian środowiska naturalnego oraz działalności człowieka*, Acta Geogr. Lodz., 64, [LTN, Łódź].
- Karta topograficzna Królestwa Polskiego*, 1843, 1:126 000.
- Klatkowi H., 1972, *Paleogeografia Wyżyny Łódzkiej i obszarów sąsiednich podczas zlodowacenia warciańskiego*, Acta Geogr. Lodz., 28 [Ossolineum, Łódź].
- Klatkowi H. (red.), 1993, *Szczegółowa mapa geologiczna, ark. Zgierz*, PIG, Warszawa.
- Lencewicz S., 1927, *Dyluwium i morfologia środkowego Powiśla*. Prace Państw. Inst. Geol., 2, Warszawa.
- Ozga-Zielińska M., Brzeziński J., 1994, *Hydrologia stosowana*, PWN, Warszawa.
- Stachy J., 1991, *Hydrologiczne aspekty ograniczenia zakresu stosowania pośrednich metod obliczania przepływu średniego niskiego*, Wiad. IMGW, 1–4 [Warszawa], s. 9–20.

Zakład Hydrologii i Gospodarki Wodnej
Uniwersytetu Łódzkiego

Praca wykonana w ramach
projektu KBN 6P04E 041 19

Summary

This article refers to "The Convention on the Protection of the Biological Variety" ratified by Poland in 1995. Its content directly concerns the geographical variety as the background of the water circulation process.

The authors discuss the geological structure and the surface features as well as the changes of these elements of the environment as the many factors deciding about the surficial retention, infiltration and filtration rates, intensity and quantity of the immediate, or the underground runoff.

The object of interest is the Dzierżazna drainage basin – the exploration area of the Łódź University Department of Hydrology and Water Management which is in the western part of the northern Łódź Upland margin. This area is known for the thickest Pleistocene cover near Łódź. It is also the zone of numerous glaciectonic accumulations very different lithologically, and the zone of Tertiary and Quaternary covers.

The character of the relief and the lithologic conditions in the basin (fig. 3 & 4) cause structure differentiations of the water circulation elements, the development of the river network, the thickness of the active change zone, etc.

The Dzierżazna drainage basin because of its big spatial variability of the environmental conditions, has always been variously used and managed by people. The signs of this management, among others water dammings near mills and fulling-mills, clay workings, sandpits or gravelpits are still very distinct elements of the landscape and have their influence on the present water circulation in this area.

Translated by MAREK WALISCH