

Michał Osowiec

Wydział Geografii i Studiów Regionalnych
Uniwersytetu Warszawskiego
mosowiec@uw.edu.pl

**STRUKTURALNO-FUNKCJONALNA KLASYFIKACJA
KRAJOBRAZÓW HYDROGENICZNYCH NA PRZYKŁADZIE
POLESIA LUBELSKIEGO**

**Structural-functional classification of hydrogenic landscapes
based on Polesie Lubelskie**

Abstract: Polesie is a geographical region situated in the lowlands of Eastern Europe. Its western extremity is situated on the territory of Poland. It's called is Polesie Lubelskie. Polesie region is characterized by the landscape of wide flat peat plains intersected by mineral hills. Structure and functioning of the landscape was analyzed on the basis of the relationships between selected elements of landscapes and their interrelations. Among them water is the most important. In the landscape of Polesie Lubelskie predominate vertical type of water circulation. The result of studies is digital database and a set of maps in which the most important map is the one of the structural-functional landscape units, where is treated a model of landscape functioning.

Key words: hydrogenic landscapes, Polesie Lubelskie, landscape classification, functioning of landscape

Słowa kluczowe: krajobrazy hydrogeniczne, Polesie Lubelskie, klasyfikacja krajobrazu, funkcjonowanie krajobrazu

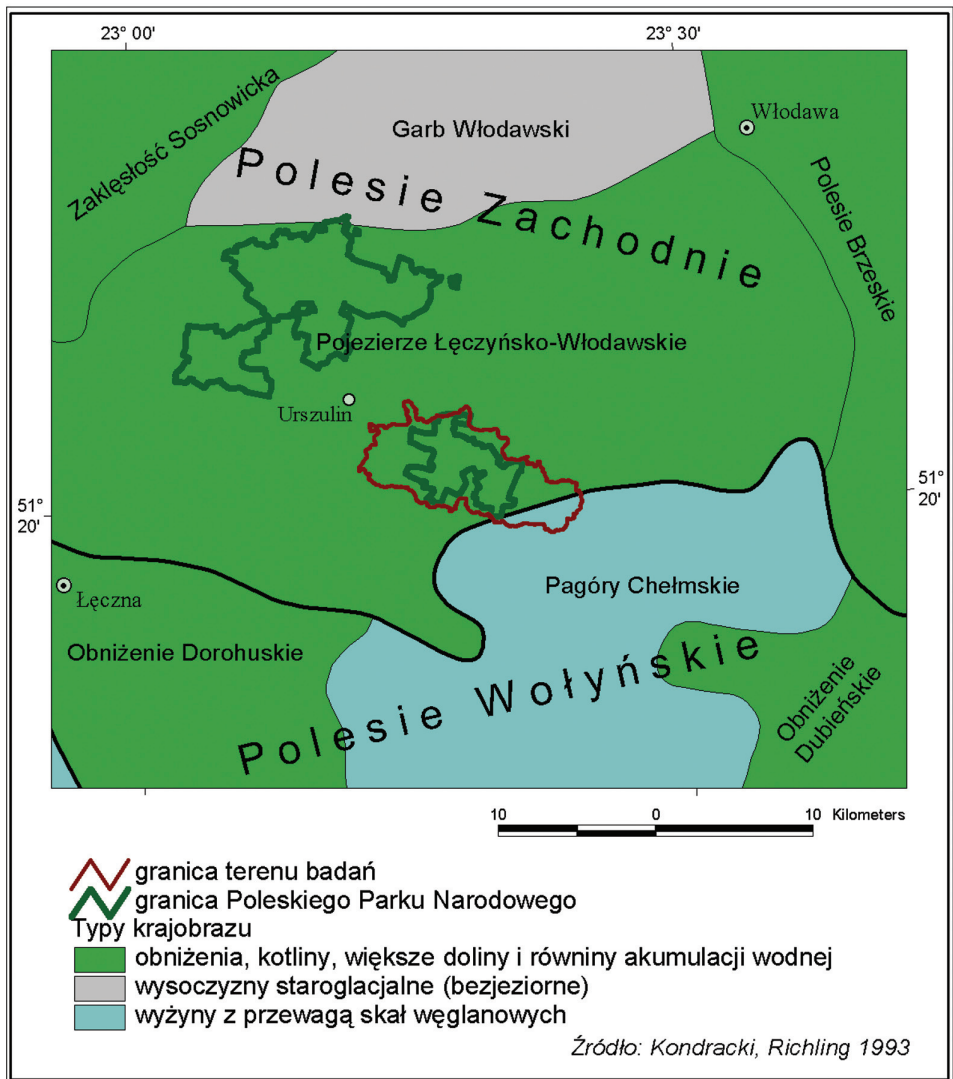
Przedmiot prowadzonych rozważań stanowi **krajobraz hydrogeniczny**. Jest on rozumiany jako wycinek środowiska przyrodniczego, w którym woda jest głównym nośnikiem materii, energii i informacji. Jest to zatem krajobraz, w którym czynnik wodny decyduje o przebiegu głównych procesów i dynamice środowiska przyrodniczego. Geokompleksy hydrogeniczne są ważnym elementem struktury środowiska przyrodniczego, pełnią funkcję krajobrazotwórczą. Odgrywają niezwykle istotną rolę w obiegu wody. Stanowią one rezerwuary wody w krajobrazie i regulują odpływ – jego wielkość i rozkład. Pod ich wpływem

kształtuje się bilans pierwiastków. Dotyczy to zwłaszcza obiegu węgla i azotu, a także wapnia, magnezu czy fosforu. Poprzez intensywną wymianę gazową krajobrazy hydrogeniczne mają wpływ na zmiany klimatu, też zmiany globalne. W krajobrazach tych odbywa się intensywna migracja pierwiastków. Cechą charakterystyczną osadów akumulacji biogenicznej, a zwłaszcza torfów, są ich duże właściwości filtracyjne, przez co w osadach tych zachodzi kumulacja składników odżywczych i oczyszczanie się wód związane z wychwytywaniem, wiązaniem substancji w roślinach. Krajobrazy hydrogeniczne często stanowią ostoję rzadkich gatunków i całych biocenoz, co sprawia, że mają swój istotny udział w zachowaniu różnorodności biologicznej. Degradacja mokradeł pociąga za sobą degradację terenów przyległych, stąd obszary te pełnią istotną rolę w ochronie wód, jak również całych krajobrazów. Dzięki znacznym własnościom autarkicznym i homeostatycznym ekosystemy wodno-torfowiskowe wpływają na stabilizację krajobrazów oraz ich zróżnicowanie siedliskowe i biocenotyczne (Radwan, Chmielewski 1997).

Funkcjonowanie krajobrazu rozpatrywano poprzez analizę jego dynamicznych elementów: stosunków hydrologicznych, gleb i roślinności, które świadczą o funkcjonowaniu ekosystemów. Na ich zmienność patrzono przez pryzmat wahań zwierciadła wód podziemnych oraz przestrzennego i sezonowego zróżnicowania cech chemicznych, w nawiązaniu do podłoża i ukształtowania powierzchni terenu. Badano również wpływ warunków hydrologicznych na procesy glebowe i zróżnicowanie zbiorowisk roślinnych, a zatem progresywne cechy komponentów (woda, gleba i roślinność) decydujące o procesie samorozwoju krajobrazu analizowano na tle cech konserwatywnych i reliktowych (rzeźby i podłoża) (Ostaszewska w Richling, Ostaszewska 2005).

Przedmiotem studiów jest poligon obejmujący fragment Poleskiego Parku Narodowego – uroczyska Bubnów i Staw, zamknięte granicą zlewni górnej Włodawki (ciek Bubnowo) (Rys. 1). Według podziału fizycznogeograficznego Kondrackiego, teren ten położony jest w obszarze Europy Wschodniej, podobszarze Niżu Wschodnioeuropejskiego, prowincji Niżu Zachodniorosyjskiego, podprowincji Polesia, w południowej części makroregionu Polesia Lubelskiego (Polesie Zachodnie), w mezoregionie Pojezierze Łęczyńsko-Włodawskie. W podziale administracyjnym kraju badany obszar znajduje się na terenie województwa lubelskiego, w granicach gmin Urszulin i Hańsk w powiecie włodawskim oraz Wierzbica i Sawin w powiecie chełmskim.

Celem pracy jest próba stworzenia strukturalno-funkcjonalnej klasyfikacji krajobrazów hydrogenicznych oraz analiza relacji między wyodrębnionymi jednostkami. Holistyczne i systemowe pojmowanie środowiska przyrodniczego sprawia, że głównym celem analizy struktury krajobrazu jest identyfikacja przyrodniczych jednostek przestrzennych, natomiast określenia relacji między wyróżnionymi jednostkami prowadzi do rozpoznania funkcjonowania krajobrazu.



Rys. 1. Położenie terenu badań na tle podziału fizycznogeograficznego Polski

Fig. 1. Location of the fieldwork against a background physico-geographical regionalization of Poland

Funkcjonowanie krajobrazów hydrogeniczných rozumiane jest jako współoddziaływanie jego biotycznych i abiotycznych cech. Zależności i procesy charakteryzujące analizowane krajobrazy wyrażają się przede wszystkim w obiegu wody, rodzaju pokrywy glebowej oraz cechach fizjonomicznych roślinności. Te dynamiczne elementy krajobrazu decydują o jego strukturalnych, funkcjonalnych i wizualnych cechach. Spośród wymienionych dominującą rolę odgrywa tutaj czynnik wodny. W pracy skupiono się zatem na analizie jego zmian i trak-

towano jako potok materialny spajający inne komponenty w funkcjonalną całość. Założono, że w funkcjonowaniu większości krajobrazów hydrogenicznych dominuje pionowy ruch wody, a co za tym idzie pionowe przemieszczanie się materii, energii i informacji.

Analizy struktury i funkcjonowania badanych krajobrazów dokonano poprzez podział terenu na powierzchnie, jednorodne pod względem przebiegu procesów krajobrazowych. Przy delimitacji tych typów jednostek zastosowano metodę indukcyjną i wyróżniono geokompleksy w randze poduroczyska zakładając, że taki sposób postępowania pozwoli na prześledzenie właściwości hydrogeochemicznych terenu i wskazanie najbardziej istotnych dla funkcjonowania krajobrazu komponentów i ich cech. Badania prowadzono w skali 1:25 000, przy analizach szczegółowych 1:10 000.

W odróżnieniu od tradycyjnego modelu krajobrazu (Turba-Jurczyk, za Bobek i Schmitchüsenem 1999), gdzie najniższy poziom stanowią elementy abiotyczne, jako podstawę delimitacji jednostek w krajobrazach hydrogenicznych, przyjęto elementy biotyczne. Wzrost ilości składowych modelu świadczy o jego większej integracji i kompleksowości (złożoności) analizowanej „substancji” – krajobrazu. Zgodnie z przyjętymi założeniami przedmiotem badań są elementy biotyczne, abiotyczne jak również czynnik ludzki, czyli człowiek wraz z efektami jego działalności.

Podstawowym zadaniem przy identyfikacji elementów strukturalnych modelu geoeekologicznego jest dobór kryteriów wydzielenia jednostek krajobrazowych, w tym przede wszystkim ustalenie komponentów przewodnich. Opis właściwości modelu geoeekologicznego winien zawierać wyjaśnienia dotyczące kompleksowości (jednostki pełne/częściowe), stopnia homo-/heterogeniczności geokompleksów oraz hierarchiczności (uporządkowania). W postępowaniu tym istotne jest ustalenie linii granicznych jednostek, niezbędne do zdefiniowania składowych modelu.

W krajobrazach hydrogenicznych, jak to już powiedziano, przewodnią rolę spełnia woda oraz roślinność i gleby, elementami podporządkowanymi są zaś czynniki litogeniczne – rzeźba terenu i budowa geologiczna. Odwrotnie te zależności układają się w terenach litogenicznych, gdzie komponenty abiotyczne odgrywają przewodnią rolę. Przegląd wybranych ujęć porządkowania komponentów przedstawia tabela 1. O nadrzędnej roli komponentów biotycznych, których dynamika wpływa na elementy funkcjonalne czyli na bilans wodny i energetyczny, pisał także Moss (1983).

Przedstawione w tabeli 1 próby hierarchicznego uporządkowania komponentów nie obejmują wpływu działalności człowieka, który to wpływ w zależności od siły oddziaływania w różnych krajobrazach może być traktowany jako dominujący, bądź podporządkowany. Dominująca rola czynnika antropogenicznego zaznacza się, co oczywiste w krajobrazach silnie przekształconych

Tabela 1. Komponenty przewodnie i podporządkowane – wybrane ujęcia**Table 1.** Dominant and subordinated components – selected approaches

	Sołncew 1965	Milkow 1981	Richling, Solon 2001	Koncepcja własna (dotyczy krajobrazów hydrogenicznych)
KOMPONENTY Podporządkowane Przewodnie	Litogeniczne budowa geologiczna rzeźba terenu	Komponenty konserwatywne budowa geologiczna rzeźba terenu gleba	Skała z rzeźbą, makroklimat	woda roślinność
	Hydrogeniczne Klimatogeniczne	Komponenty aktywne wody klimat	woda gleba roślinność klimat lokalny świat zwierząt	gleby budowa geologiczna rzeźba świat zwierząt
	Biogeniczne gleba roślinność świat zwierząt	Komponenty dynamiczne		

przez człowieka, natomiast w większości krajobrazów, uwarunkowania przyrodnicze kształtują główne cechy krajobrazu i decydują o jego funkcjonowaniu. Czynniki ludzkie, charakteryzowane często przez analizę użytkowania ziemi, bywa traktowane jako krajobrazotwórczy (Barsch 1979, Bartkowski 1986, Lewandowski 1992). Jednak, jak się wydaje chodzi tu jedynie o przekształcenia krajobrazu oraz stopnia naturalnej sukcesji. Antropopresja nie powinna być nadrzędnym kryterium delimitacji jednostek krajobrazowych (por. Bailey 1995).

Kartowanie terenowe przeprowadzone w skali 1:10 000 pozwoliło na wyróżnienie jednostek niskiej rangi taksonomicznej. Jako kryteria delimitacji jednostek uwzględniono: rzeźbę powierzchni terenu, stosunki wodne – głębokość do wody oraz typ krążenia wody, roślinność rzeczywistą i gleby.

Przy klasyfikacji stosunków wodnych posłużono się klasyfikacją Rode (1963) nieco ją modyfikując. Typy reżimu wodnego:

1. **Erozyjno-przemysłowy.** Charakterystyczny dla powierzchni o dużym nachyleniu. Woda dostarczana jest z opadów atmosferycznych oraz spływa z wyższych partii zboczy. Odpływ powierzchniowy przeważa nad infiltracją. Następuje skracanie profili glebowych,
2. **Przemysłowy.** Występuje w obrębie płaskich powierzchni wyniesionych z głęboko zlegającym zwierciadłem wód gruntowych. Następuje swobodne przesiąkanie wód. Gleby otrzymują wilgoć tylko przez transpirację i infiltrację. Wyraźnie zaznaczają się procesy ługowania, wymywania,
3. **Stagnacyjno-przemysłowy.** Obejmuje tereny wodą gruntową poniżej 2 m. Występuje na powierzchniach płaskich, gdzie przesiąkanie wód atmos-

ferycznych uniemożliwia warstwa słabo przepuszczalna, na której wody okresowo lub trwale stagnują,

4. **Przemysłowo-hydromorficzny.** Obejmuje obniżone powierzchnie płaskie lub połogie zbocza z wodami na głębokości 1–3 m. Ze swobodnym odpływem wód gruntowych. Okresowo lub stale ma miejsce podsiąk wód gruntowych do strefy korzeniowej. Dominuje proces infiltracji. Mniejszą rolę odgrywa transpiracja i parowanie. Gleby tych terenów wzbogacane są w substancje biogeniczne, a składniki rozpuszczalne wnoszone są do wód gruntowych,
5. **Glejowo-przemysłowy.** Obejmuje tereny o dużej amplitudzie wahań zwierciadła wód (0,5–1,5 m) z wodą stale poniżej 1 m. Okresowo podsiąk kapilarny osiąga poziom próchniczny. W okresach wilgotnych następuje podtopienie gleby. Górne poziomy gleb charakteryzują się zmiennym potencjałem utleniająco redukcyjnym z przewagą warunków tlenowych. W okresach suchych zachodzi infiltracja wody,
6. **Przemysłowo-glejowy.** Wahania poziomu wód sięgają kilkudziesięciu centymetrów. W okresie podtopienia (głównie wiosną) górne poziomy wód pozostają pod wpływem wód kapilarnych. W okresach suchych panują warunki utleniające,
7. **Glejowo-bagienny.** Poziom wody stagnującej gruntowej jest stale blisko powierzchni. Okresowo woda gruntowa zatapia profil glebowy. W poziomie próchnicznym często panują warunki beztlenowe. W niższych poziomach panuje trwała anaerobioza,
8. **Bagienny.** Profil glebowy stale uwodniony. Wahania wód nieprzekraczające 40 cm. W poziomie próchnicznym panują trwałe warunki beztlenowe. W niższych poziomach panuje trwała anaerobioza. Następuje sedentacja materii organicznej,

Do wyróżnienia jednostek wykorzystano też mapę hydroizobat wykreśloną na podstawie danych z października 2001 r. Klasyfikację roślinności rzeczywistej (zbiorowiska roślinne) przyjęto według mapy sporządzonej jako załącznik do planu ochrony Poleskiego Parku Narodowego. Mapę tę uzupełniono o tereny znajdujące się poza granicami fragmentu Poleskiego PN, nie objęte opracowaniem źródłowym. Ostatecznie wyróżniono 8 fizjonomicznych typów zbiorowisk: szuwarów właściwych, szuwarów wielkoturzycowiskowych, roślinności bagiennej niskoturzycowiskowej, roślinności półnaturalnych i antropogenicznych łąk i pastwisk, roślinności zaroślowej i leśnej bagiennej, roślinności leśnej niebagiennej, roślinności wrzosowisk i ubogich muraw oraz roślinności pochodzenia antropogenicznego. Podobnie postąpiono w odniesieniu do gleb. Również w tym przypadku wykorzystano mapę typów i podtypów gleb PPN zestawioną przez Wicika, uzupełnioną o badania własne. Warunki geomorfologiczne opracowano na podstawie mapy topograficznej 1: 25 000 i geologicznej

w skali 1:50 000 (z objaśnieniami).

Mapa strukturalno-funkcjonalnych jednostek krajobrazowych w skali 1:25 000 powstała poprzez zgeneralizowanie i nałożenie wymienionych map podstawowych.

Kryteria klasyfikacji krajobrazu:

Kryterium 1 – Stosunki wodne

A – głębokość zalegania zwierciadła wód gruntowych w przedziałach:

W1 – 0–0,5 m,

W2 – 0,5–1 m,

W3 – 1–2 m,

W4 – 2–4 m,

W5 – 4–10 m

W6 – 10 m

B – typ krążenia:

W_A – erozyjno-przemywny

W_B – przemylwny

W_C – stagnacyjno-przemywny

W_D – przemylwno-hydomorficzny

W_E – glejowo-przemylwny

W_F – przemylwno-glejowy

W_G – glejowo-bagienny

W_H – bagienny

Kryterium 2 – Roślinność rzeczywista

Zbiorowiska leśne:

R5 – Roślinność zaroślowa i leśna bagienna z klas *Quercu-Fagetea* i *Alnetea glutinosae*

R1 – *Fraxino-Alnetum* (łęg jesionowo-olszowy)

R2 – *Ribeso nigri-Alnetum* (ols porzeczkowy)

R3 – *Salicetum pentandro-cinereae* (łozowisko)

R4 – *Dryopteridi thelypteridis-Betulum pubescentis* (brzezina bagienna)

R9 – Młodniki olszowe z przewagą *Alnus glutinosa*

R10 – Młodniki brzożowe z *Betula pendula* i *Betula pubescens*

R6 – Roślinność leśna niebagienna z klas *Vaccinio-Piceetea* i *Quercu-Fagetea*

R5 – *Cladonio-Pinetum* (śródlądowy bór suchy)

R51 – *Molinio-Pinetum* (śródlądowy bór wilgotny)

R52 – *Leucobryo-Pinetum* (suboceaniczny bór świeży)

R6 – *Serratulo-Pinetum* (subborealny bór mieszany)

R7 – *Tilio-Carpinetum* (grąd lipowo-grabowy)

R8 – Młodniki sosnowe z *Pinus silvestris*

R11 – zarośla z domieszką gatunków ksero-termicznych

Zbiorowiska nieleśne:

R1 – Roślinność szuwaru właściwego z klasy *Phragmitetea*

R12 – *Equisetetum fluviatilis*

R27 – *Phragmitetum australis*

R2 – Roślinność wielkoturzcycowiskowa z klasy *Phragmitetea*

R13 – *Caricetum elatae*

R14 – *Caricetum acutiformis*

R15 – *Caricetum appropinquatae*

R3 – Roślinność bagienna niskoturzcycowiskowa z klasy *Scheuchzerio-Caricetea nigrae*

R16 – *Caricetum davallianae*

R17 – *Caricetum lasiocarpe*

R24 – zbiorowisko z *Schoenus ferrugineus*

R4 – Roślinność półnaturalnych i antropogenicznych łąk i pastwisk z klasy *Molinio-Arrhenatheretea*

R18 – *Filipendulo-geranietum*
 R19 – *Molinietum medioeuropaeum*
 R20 – *Lolio-Cynosuretum*
 R21 – zbiorowisko z *Deschampsia caespitosa*
 R22 – zbiorowisko z *Holcus lanatus*
 R23 – zbiorowisko z *Poa pratensis-Festuca Festuca rubra*
 R28 – *Arrhenatheretum medioeuropaeum*
R7 – Roślinność wrzosowisk i ubogich muraw z klas *Sedo-Scleranthetea* i *Nardo-Callunetea*
 R25 – *Spergulo vernalis-Corynophoretum*

R26 – *Calluno-Nardetum*
 R29 – *Consolido-Brometum*

R8 – Roślinność pochodzenia antropogenicznego

R30 – Mozaika pospolitych zbiorowisk segetalnych z klasy *Stellarietea mediae*
 R31 – Mozaika pospolitych zbiorowisk na ugorach
 R32 – Sady
 R33 – zabudowa i zbiorowiska ruderalne

Kryterium 3 – Gleby:

G1 – rędziny (R)
G2 – brunatne – podtyp wyługowane (BRwy)
G3 – bielcowe (B)
G4 – czarne ziemie (Cz)
 G41 – właściwe (Czw)
 G42 – zdegradowane (Czd)
 G43 – murszaste (Czm)

G5 – opadowo-glejowe (OG)
G6 – gruntowo-glejowe (G)
G7 – torfowe torfowisk niskich (Tn)
G8 – mułowotorfowe (Mft)
G9(3) – murszowe (MR)
 G91 – tofrowo-murszowe
 G92 – mułowo-murszowe

Kryterium 4 – Warunki geomorfologiczne

Formy pochodzenia roślinnego

M1 – równiny torfowe

Formy pochodzenia jeziornego

M2 – równiny jeziorne zbudowane z piasków i mułków jeziorno-rozlewiskowych

Formy pochodzenia krasowego

M3 – wertepy i uwały krasowe wypreparowane w utworach kredy górnej, wypełnione piaskami i mułkami rzeczno-rozlewiskowymi, torfami i namułami torfiastymi

Formy pochodzenia rzeczno-

M4 – dna dolin rzecznych zbudowane z piasków i mułków rzeczno-rozlewiskowych

Formy pochodzenia denudacyjnego

M5 – równiny denudacyjne margliste

M6 – równiny denudacyjne piaszczysto-żwirowe

M7 – wzgórza morenowe przekształcone zbudowane z glin zwałowych

M8 – ostańce zbudowane z margli kredy górnej

M9 – dolinki denudacyjne wypreparowane w piaskach i żwirach wodnolodowcowych

M10 – stoki słabo zaznaczone, ozów i kemów zbudowane z piasków i mułków

M11 – stoki wyraźne, ozów i kemów zbudowane z piasków i mułków

Formy pochodzenia wodnolodowcowego

M12 – równiny sandrowe zbudowane z piasków i żwirów wodnolodowcowych

M13 – ozy, zbudowane z piasków i mułków

M14 – kemy, zbudowane z piasków i mułków

M15 – tarasy pradolinne zbudowane z piasków i mułków rzeczno-peryglacjalnych

Formy pochodzenia lodowcowego

M16 – pagórki morenowe zbudowane z glin zwałowych

M17 – jeziora, torfianki, cieki, kanały

Analiza zależności pomiędzy komponentami podporządkowanymi i przewodnimi komponentami badanego terenu pozwoliła na pogrupowanie wyróżnionych jednostek w 3 grupy=typy krajobrazów: litogeniczne, lithydrogeniczne

ne i hydrogeniczne. Kryterium różnicującym była głębokość zalegania wód podziemnych. Poszczególne typy charakteryzują się wodami gruntowymi na głębokościach: 0-1 m – hydrogeniczne, 1-2 m – litohydrogeniczne, poniżej 2 m – litogeniczne. Za czynniki niezależne, decydujące o wydzieleniu typów jednostek w krajobrazach litogenicznych uznano rzeźbę i utwory powierzchniowe. W rezultacie opisanego sposobu postępowania powstała mapa strukturalno-funkcjonalnych jednostek krajobrazowych, której fragment przedstawiono na rysunku 2.

FUNKCJONOWANIE KRAJOBRAZÓW HYDROGENICZNYCH POLESIA

Krajobrazy hydrogeniczne Polesia charakteryzują się dużym zróżnicowaniem cech hydrologicznych, fizjonomicznych i florystycznych. Schematyczny model funkcjonowania badanych krajobrazów hydrogenicznych przedstawiono na rysunku 3. Przedstawia on główne jednostki strukturalno-funkcjonalne wzdłuż profilu o przebiegu ESE – NWN. Na na rysunku tym przedstawiono 13 jednostek związanych z 3 basenami i 3 jednostki autonomiczne rozdzielone sześcioma strefami przejściowymi (jednostkami tranzytowo-akumulacyjnymi) zakończone powierzchnią tranzytową tarasu pradolinnego. Strzałkami oznaczono procesy zachodzące w systemie oraz ich natężenie (grubość strzałki). Przedstawione zostały: obieg wody, materii organicznej i mineralnej oraz wymiana gazowa na tle warunków klimatycznych. W tabeli ponad profilem określono cechy geochemiczne jednostek, pokrycie terenu (typ roślinności), charakter jednostki (cechę dominującą) oraz sezonowe zmiany kategorii wód gruntowych i wgłębnych.

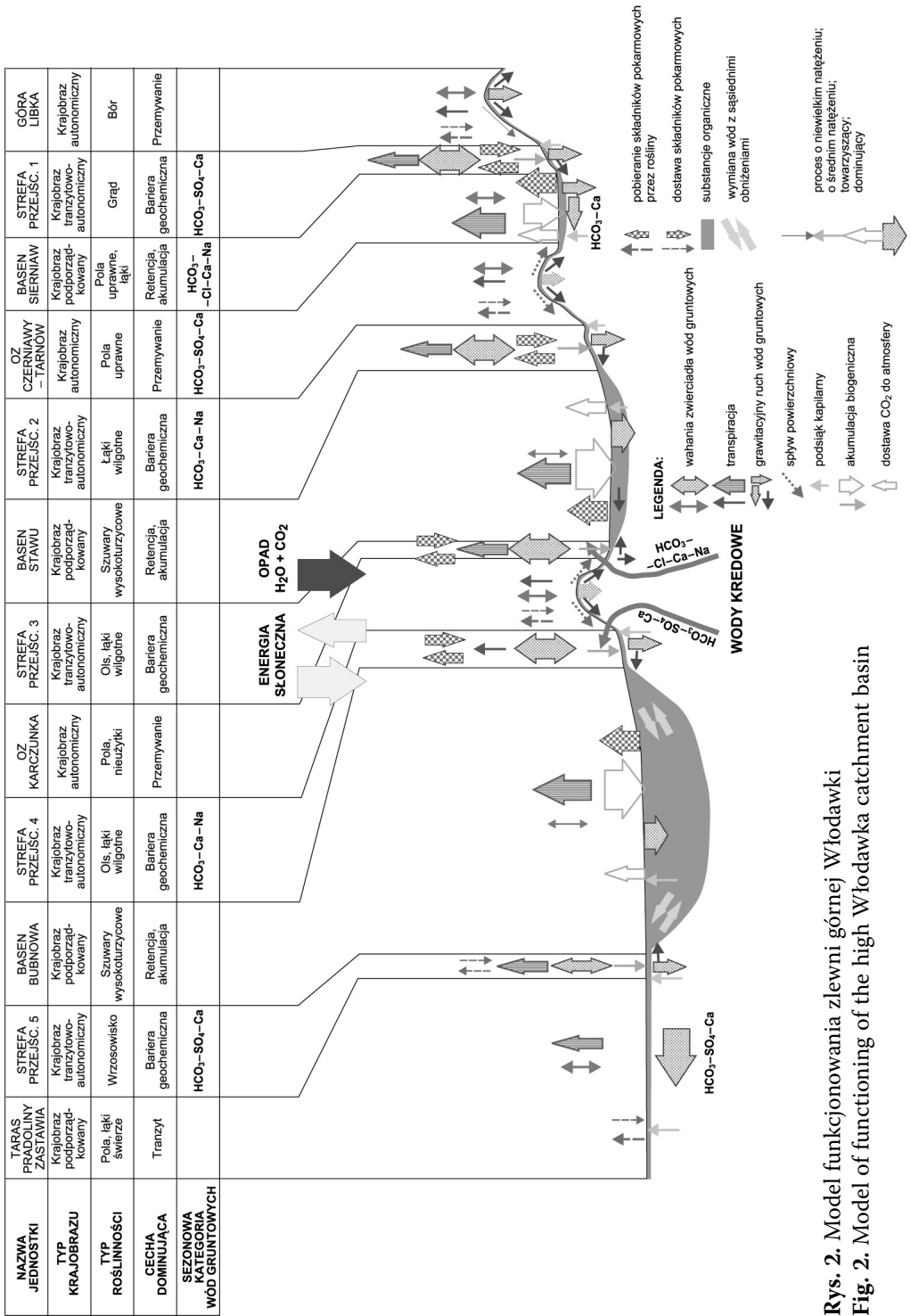
O b i e g w o d y. Jako składnik żywej materii oraz stymulator przebiegu procesów warunkujących życie organiczne, woda wpływa zarówno na czynniki biotyczne jak i abiotyczne. Środowisko wodne jest ośrodkiem migracji większości pierwiastków w postaci jonów cząsteczek i koloidów. W wodzie na skutek rozpuszczania, utleniania i hydrolizy związki chemiczne przekształcane są w formy łatwiej przyswajalne dla organizmów żywych. Na drodze migracji wodnej substancje mineralne i organiczne transportowane są w formie zawiesiny. Tłem dla przemian hydrogeochemicznych są warunki hydrogeologiczne, w tym cechy kredowych wód wgłębnych. Bezpośredni wpływ na kształtowanie chemizmu wód ma występowanie kontaktów wód o różnym składzie chemicznym (wód czwartorzędowych i kredowych). Sytuacje takie stwierdzono na liniach rozcięć tektonicznych. Na podstawie porównania cech fizyko-chemicznych wód z wierceń geologicznych stwierdzono, iż zarówno wody gruntowe zalegające głęboko, jak i płytkie wody retencjonowane w basenach torfowiskowych

charakteryzują się zbliżonymi przedziałami stężeń składników mineralnych. Sytuacja ta jest wynikiem wypływu wód kredowych na powierzchnię i infiltracyjnego przesiąkania wód czwartorzędowych czyli mieszania się różnych typów wód. Niska mineralizacja wód kredowych (mimo potencjalnego wzrostu zawartości suchej masy mineralnej wraz z głębokością) związana jest z występowaniem wód szczelinowych uwarunkowanych tektonicznie, w których następuje mieszanie się wód wgłębnych i infiltracyjnych gruntowych. Wody obydwu typów, należące zazwyczaj do tej samej klasy wód wodorowęglanowo-wapniowych, różnią się jednak, w poszczególnych elementach składu chemicznego. Wody czwartorzędowe na skutek wyżej wymienionych procesów cechują się niższymi stężeniami poszczególnych jonów.

Stwierdzono pewną specyfikę funkcjonowania poszczególnych basenów torfowych i sąsiadujących z nimi krajobrazów fitogenicznych. Znaczącą rolę w obiegu materii w systemie stanowią krajobrazy przejściowe lithydrogeniczne. Odmienność funkcjonowania poszczególnych ogniw zaburza zmiany antropogeniczne dotyczące zwłaszcza stosunków wodnych, które powodują, że poszczególne baseny działają jak naczynia połączone.

Obieg biologiczny. Tempo obiegu biologicznego wpływa na produktywność poszczególnych krajobrazów. Mając na celu ocenę intensywności obiegu biologicznego, żyzności siedlisk i ich produktywności, oznaczono w 24 punktach, zawartość nutrientów (azotu N, fosfor P, potas K) w warstwie przy powierzchniowej gleby (0–20 cm). Większość próbek stanowiły torfy, dla porównania oznaczono zawartość NPK w glebach mineralno-organicznych i mineralnych. Analiza ta wykazała bezpośrednią korelację pomiędzy zawartością pierwiastków w substancji organicznej i w wodach. Generalnie niewielka zawartość nutrientów w postaci nieorganicznej i organicznej w wodach torfowisk przy dużych wartościach w warstwie próchnicznej (2–3% N, 90–140 $\mu\text{g}/\text{kg}$ P, 28–56 $\mu\text{g}/\text{kg}$ K) świadczy o uczestnictwie tych pierwiastków w intensywnych procesach biologicznych. Są one pobierane z warstwy humusu przez rośliny, bądź powstają w wyniku rozkładu substancji organicznej. W glebach z terenów rolniczych zanotowano podwyższoną zawartość azotanów w wodach. O znacznej żyzności siedliska świadczy duża zawartość fosforu i potasu w rędzinach.

Wymiana gazowa. Istotną składową funkcjonowania krajobrazów hydrogenicznych jest wymiana gazowa. Dwutlenek węgla (CO_2) wykazuje stosunkowo dużą rozpuszczalność w wodzie, ponieważ w tym procesie wchodzi w częściową reakcję hydrolizy. Rozpuszczalność CO_2 maleje wraz ze spadkiem temperatury. Obecność dwutlenku węgla wpływa na rozpuszczalność wielu minerałów a jednocześnie, przy jego udziale powstają jony wodorowęglanowy HCO_3^- ; trójtlenek węgla CO_3^{2-} . Na podstawie pomiaru pH stwierdzono, że w badanych wodach CO_2 występuje w jednakowym stosunku form niedysocjowanych (H_2CO_3 , CO_2) i zdysocjowanych.



Rys. 2. Model funkcjonowania zlewni górnej Włodawki
 Fig. 2. Model of functioning of the high Włodawka catchment basin

W rezultacie krążenia wód w ośrodku skalnym, zwłaszcza w torfie, często występują warunki przesylenia gazami. Obniżenie ciśnienia, np. w strefach drenażu, może prowadzić do wydzielania się gazu. Spośród gazów największe znaczenie w kształtowaniu równowagi fizyczno-chemicznej, w dominującym na tym terenie wodorowęglanowym środowisku hydrogeochemicznym, odgrywa dwutlenek węgla CO₂.

PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Przeprowadzona analiza pozwala na wyprowadzenie następujących wniosków:

1. W warunkach naturalnych krajobrazy Polesia funkcjonują w systemie komorowo-przelewowym. W basenach zachodzi wytrącanie substancji mineralnych i organicznych migrujących z wodami gruntowymi i opadowymi. O produktywności biologicznej decyduje trofizm siedlisk. Krajobrazy litogeniczne oddzielające obniżenia (komory) pełnią rolę membran. Wejście do systemu stanowią krajobrazy tranzytowo-superakwalne z jednej strony zlewni, wyjście stanowi druga strona membrany (w położeniach wododziałowych). Przepływ pomiędzy basenami możliwy jest w stanie pełnego nasycenia wodą. Przyrost masy torfowej doprowadził do wytworzenia się lokalnych pseudoautonomicznych krajobrazów hydrogenicznych, czyli torfowisk wysokich. Jest to wynikiem wzrostu udziału zasilania atmosferycznego.
2. W analizowanych krajobrazach czynnik wodny decyduje o przebiegu głównych procesów i dynamice środowiska przyrodniczego. W geochemii tego typu geokompleksy są określane jako krajobrazy superakwalne.
3. W krajobrazach hydrogenicznych Polesia Lubelskiego dominuje pionowy ruch wody. Decydują o tym:
 - warunki klimatyczne – dominująca rola opadu i parowania w stosunku do dopływu i odpływu,
 - dostawa wód kredowych,
 - usytuowanie przeważających na terenie Polesia Lubelskiego torfowisk niskich w bezodpływowych nieckach zasilanych obszarowo z otoczenia obniżeń.
4. *Mapa strukturalno-funkcjonalnych jednostek krajobrazowych* zawiera informację o układach ekologicznych w krajobrazach hydrogenicznych, lito-hydrogenicznych i litogenicznych oraz przedstawia wewnętrzne zróżnicowanie (heterogeniczność) poszczególnych typów krajobrazów. Sposób delimitacji krajobrazowych jednostek strukturalno-funkcjonalnych zależy od specyfiki badanego krajobrazu, celu oraz skali opracowania. Zaproponowany sposób

delimitacji jednostek krajobrazowych wydaje się być właściwy i możliwy do zastosowania w innych obszarach o podobnych cechach.

Literatura

- Bailey R. G., 1996, *Ecosystem Geography*, Springer-Verlag, New York
- Barsch H., 1979, W sprawie pojęć dotyczących powłoki ziemskiej i jej przestrzennego rozczłonkowania w terminologii nauki o krajobrazie. *Przegl. Zagr. Lit. Geogr.* 2
- Bartkowski T., 1986, *Zastosowania geografii fizycznej*, PWN, Warszawa
- Kondracki J., Richling A., 1993, *Regiony fizycznogeograficzne*, mapa w skali 1:1 500 000, [w:] Atlas Rzeczypospolitej Polskiej, Główny Geodeta Kraju, Warszawa
- Kulczyk S., 2002, *Strukturalne i funkcjonalne cechy granic krajobrazowych*, Wydział Geografii i Studiów Regionalnych Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa (maszynopis)
- Lewandowski W., 1992, Mapy krajobrazowe – ich klasyfikacja i zastosowanie w analizie użytkowania ziemi (mapy wykorzystania krajobrazu), *Prace i Studia Geograficzne*, WGSR UW, Warszawa
- Macioszczyk A., Dobrzański D., 2002, *Hydrogeochemia strefy aktywnej wymiany wód podziemnych*. PWN, Warszawa
- Moss M., 1983, Landscape synthesis, Landscape Processes and Land Classification, some Theoretical and Methodological Issues, *GeoJournal* 7, 2
- Radwan S., Chmielewski T.J., 1997, *Ekologiczna degradacja ekosystemów wodnych Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego*, [w:] *Współczesne kierunki ekologii. Ekologia behawioralna*, Wyd. UMCS, Lublin, 363-370
- Richling A., 1974, *Analiza struktury środowiska geograficznego i nowa metoda regionalizacji fizycznogeograficznej (na przykładzie województwa białostockiego)*, maszynopis
- Richling A., Ostaszewska K., 1983, Z metodyki wyróżniania geokompleksów przejściowych. *Przegl. Geogr.*, t. LV, 1
- Richling A., Solon J., 2002, *Ekologia krajobrazu*, PWN, Warszawa
- Rode A. A., 1963, *Wodny reżim poczw i jego regulowanie*. Izd. Akad. Nauk SSSR, Moskwa
- Turba-Jurczyk B., 1999, *Landscape analysis – Methodology from a Historical and Evolutionary Perspective*, [w:] Moss R., Milne R.J. (red.), *Landscape Synthesis – Concepts and Applications*. Landscape System Analysis in Environmental Management Working Group of the International Association for Landscape Ecology