

INSTYTUT GEOGRAFII I PRZESTRZENNEGO ZAGOSPODAROWANIA  
im. Stanisława Leszczyckiego  
POLSKA AKADEMIA NAUK

ANNA KOWALSKA

KOMPLEKSY ROŚLINNOŚCI I KRAJOBRAZY ROŚLINNE  
DOLINY ŚRODKOWEJ WISŁY



Warszawa 2012

INSTYTUT GEOGRAFII I PRZESTRZENNEGO ZAGOSPODAROWANIA  
IM. STANISŁAWA LESZCZYCKIEGO  
POLSKA AKADEMIA NAUK

PRACE GEOGRAFICZNE NR 232

GEOGRAPHICAL STUDIES

No. 232

VEGETATION COMPLEXES AND LANDSCAPES  
OF THE MIDDLE VISTULA RIVER VALLEY

INSTYTUT GEOGRAFII I PRZESTRZENNEGO ZAGOSPODAROWANIA  
IM. STANISŁAWA LESZCZYCKIEGO  
POLSKA AKADEMIA NAUK

PRACE GEOGRAFICZNE NR 232

ANNA KOWALSKA

KOMPLEKSY ROŚLINNOŚCI I KRAJOBRAZY ROŚLINNE  
DOLINY ŚRODKOWEJ WISŁY



WARSZAWA 2012

<http://rcin.org.pl>

## KOMITET REDAKCYJNY

REDAKTOR: Grzegorz Węclawowicz  
CZŁONKOWIE: Jerzy Grzeszczak, Barbara Krawczyk,  
Jan Matuszkiewicz, Jerzy J. Parysek

## RADA REDAKCYJNA

Bolesław Domański, Adam Kotarba, Jan Łoboda,  
Andrzej Richling, Jan S. Kowalski, Andrzej Lisowski,  
Eamonn Judge, Lydia Coudroy

## RECENZENCI TOMU

Jacek Herbich, Anna Kozłowska

## ADRES REDAKCJI PRAC GEOGRAFICZNYCH

IGiPZ PAN  
ul. Twarda 51/55, 00-818 Warszawa

Opracowanie techniczne: Ewa Jankowska  
Zdjęcie na okładce: Anna Kowalska

© Copyright by Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN  
im. Stanisława Leszczyckiego, Warszawa 2012

PL ISSN 0373-6547  
ISBN 978-83-61590-23-1

Łamanie wykonano w IGiPZ PAN,  
ul. Twarda 51/55, 00-818 Warszawa  
Druk i oprawa: Drukarnia Klimiuk  
ul. Zwierzyńiecka 8A, 00-719 Warszawa

## SPIS TREŚCI

1. Wstęp .....	11
1.1. Założenia teoretyczne .....	11
1.2. Cel i zakres opracowania.....	15
2. Charakterystyka terenu badań.....	17
2.1. Położenie.....	17
2.2. Warunki klimatyczne.....	19
2.3. Geologia i geomorfologia.....	19
2.4. Warunki hydrologiczne .....	23
2.5. Roślinność .....	26
2.6. Użytkowanie ziemi i gospodarowanie przestrzenią.....	33
2.7. Ochrona przyrody i krajobrazu .....	35
3. Materiały, metody i procedury badawcze.....	39
3.1. Materiały źródłowe .....	39
3.2. Metody i procedury wyróżniania, typizacji i charakterystyki przestrzennych kompleksów roślinności (jednostki I stopnia) .....	40
3.3. Metody i procedury wyróżniania oraz charakterystyki potencjalnych i rzeczywistych krajobrazów roślinnych (jednostki II stopnia) .....	44
4. Kompleksy zbiorowisk roślinnych .....	47
4.1. Charakterystyka cech strukturalnych i typizacja kompleksów roślinności .....	47
4.2. Charakterystyka warunków środowiska i wpływu oddziaływań antropogenicznych na kompleksy roślinności.....	52
5. Krajobrazy roślinne .....	77
5.1. Typizacja i charakterystyka strukturalna potencjalnych krajobrazów roślinnych .....	77
5.2. Typizacja i charakterystyka strukturalna rzeczywistych krajobrazów roślinnych .....	82
5.3. Związki potencjalnych krajobrazów roślinnych z krajobrazami rzeczywistymi .....	86
6. Podsumowanie wyników badań i uwagi końcowe .....	91
Literatura.....	97
Materiały kartograficzne .....	104
Vegetation complexes and landscapes of the middle Vistula river valley – <i>Summary</i> .....	105



*Złote wiślane smugi niosą się daleko w zielonawy przestwór morza,  
w błękitnawy jego widnokrąg, co się z niebiosami nieskończonymi spaja.*

*W niebiosą znowu, tam skąd przyszła, odchodzi Wisła.*

Stefan Żeromski, *Wisła*





*Dziękuję prof. Janowi Matuszkiewiczowi za wszelką pomoc, inspirację i wsparcie na każdym etapie powstawania tej pracy.*

*Moje podziękowania kieruję także do recenzentów: prof. Janiny Borysiak, dr hab. Anny Kozłowskiej oraz prof. Jacka Herbicha. Ich wnikliwe recenzje i szczegółowe uwagi, w znaczącym stopniu, wpłynęły na obecny kształt opracowania. Dziękuję również dr hab. Ewie Roo-Zielińskiej i dr hab. Jerzemu Solonowi za cenne wskazówki językowe i merytoryczne oraz mgr Ewie Jankowskiej.*

*Na zakończenie, dziękuję moim Rodzicom i Siostrze, na których zawsze mogę liczyć.*

*Anna Kowalska*



# 1. WSTĘP

## 1.1. ZAŁOŻENIA TEORETYCZNE

Jednym z zadań nauki jest porządkowanie wiedzy o świecie, włączanie luźnych obserwacji i częściowych uogólnień wynikających z odbioru i wyobrażeń rzeczywistości w większe systemy (Tatarkiewicz 1971). Uporządkowany obraz świata staje się łatwiejszy do zrozumienia i bliższy człowiekowi.

**Roślinność** jest jednym z ważniejszych komponentów środowiska przyrodniczego będącego istotnym elementem otaczającej nas rzeczywistości. Poszukiwania wzorców zróżnicowania roślinności toczą się w oparciu o dwie teorie: kontinuum (Gleason 1939; Whittaker 1951) i dyskontinuum (Clements 1916; Austin 1987). Ich rezultatem jest stwierdzenie, że roślinność wykazuje ciągłą zmienność, wzdłuż gradientu środowiskowego, którą można opisać przez uporządkowanie według jednego lub kilku czynników ekologicznych. Równocześnie wzdłuż tego gradientu gatunki tworzą ugrupowania, a między powstającymi ugrupowaniami uwidaczniają się nieciągłości, które pozwalają wyróżnić typy zbiorowisk występujące i powtarzalne w określonych warunkach bioklimatycznych, ekologicznych i historycznych (por. Falińska 2004). **Zbiorowisko** (fitocenoza), w tej koncepcji, jest podstawową jednostką roślinności, której identyfikacja umożliwia opis stanu oraz zmian innych składników ekosystemu i wyznaczenie jego granic (Matuszkiewicz W. 1974, 2001).

**Zróżnicowanie strukturalne roślinności** może być także podstawą do wyróżniania jednostek na ponadekosystemalnym poziomie organizacji biosfery. Wynika to z nieprzypadkowych, wzajemnych relacji łączących poszczególne zbiorowiska roślinne i ich zależności od wspólnych warunków środowiska. Wiele zjawisk i procesów obserwowanych w przyrodzie (sukcesja, zjawiska ekotonowe, migracje) znajduje wyjaśnienie dopiero w odniesieniu do wyższego poziomu organizacyjnego (Solon 2002). W. Matuszkiewicz (1974), realnie istniejącą jednostkę o charakterze strukturalno-funkcjonalnych i dynamicznych układów ekologiczno-przestrzennych, obejmującą mniejszy lub większy wycinek biosfery i składającą się z grupy ekosystemów powiązanych określonymi stosunkami biocenotycznymi i biotopowymi, określa terminem **krajobraz**. Roślinność pełni rolę wskaźnika aktualnej struktury krajobrazu ze względu na mozaikę

biotopów i jego struktury przestrzennej ze względu na mozaikę obszarów siedliskowych, a równocześnie jest jednym z decydujących czynników kształtujących środowisko abiotyczne krajobrazu.

Biologiczną specyfikę siedliska można określić poprzez wskazanie typu **potencjalnej roślinności naturalnej**, która wg R. Tüxena (1956) oznacza hipotetyczny stan roślinności, jaki zostałby osiągnięty na drodze naturalnej sukcesji, gdyby tendencje rozwojowe roślinności aktualnej mogły być zrealizowane po całkowitym zaprzestaniu działalności człowieka. Potencjalną roślinność naturalną rozpoznaje się na podstawie znajomości roślinności rzeczywiście występującej w rozmaitych stadiach dynamicznych oraz rozpoznania możliwych kierunków rozwoju w danych warunkach siedliskowych.

W krajobrazie naturalnym, a zwłaszcza w przekształconym przez człowieka, **obszar siedliskowy** jest najczęściej mozaiką wielu różnych biochor zbiorowisk roślinnych (Pietrzak 2001). **Roślinność rzeczywista** jest wynikiem współoddziaływania warunków środowiska abiotycznego (w części stałych, a częściowo zmiennych w czasie), oddziaływań zewnętrznych, w tym antropogenicznych oraz możliwości, jakie stwarza lokalna flora (Matuszkiewicz J.M., Kozłowska 1981; Matuszkiewicz J.M. 2007).

Z różnymi obszarami siedliskowymi związane są różne antropogeniczne **zbiorowiska zastępcze** wykształcone pod wpływem tego samego rodzaju oddziaływania człowieka, a w obrębie jednego obszaru siedliskowego sukcesja wszystkich zbiorowisk zastępczych (naturalnych i antropogenicznych) prowadzi do jednego końcowego, trwałego zbiorowiska. Każdy typ siedliska ma charakterystyczny zestaw zbiorowisk zastępczych związanych z jednym, konkretnym potencjalnym zbiorowiskiem naturalnym, który nazywamy **dynamicznym kręgiem zbiorowisk** tego zbiorowiska (Schwickerath 1954).

Opisane zależności przestrzenne pomiędzy zbiorowiskami skłaniają do wydzielania w obrębie krajobrazu jednostek złożonych z wielu typów rzeczywistych zbiorowisk roślinnych. Możliwości szerokiego, praktycznego zastosowania tych jednostek (w kartografii roślinności, planowaniu, ochronie przyrody) spowodowały pojawienie się wielu różnych ujęć i definicji (por. Wojterska 2003, s. 16–17). Do ważniejszych propozycji należą definicje: kompleksu zbiorowisk Braun-Blanqueta i Pavillarda (1928), kompleksu genetycznego Seiberta (1968, 1974), synasocjacji Rivas-Martíneza (1976, 1982), sigmasocjacji Tüxena (1979), lokalnej agregacji fitocenoz J.M. Matuszkiewicza (1978, 1979) czy lokalnego kompleksu fitocenoz Solona (1983). Na ogół **kompleksy zbiorowisk** są związane z jednym typem siedliska lub występują na różnych, lecz powiązanych przestrzennie i powtarzalnych siedliskach.

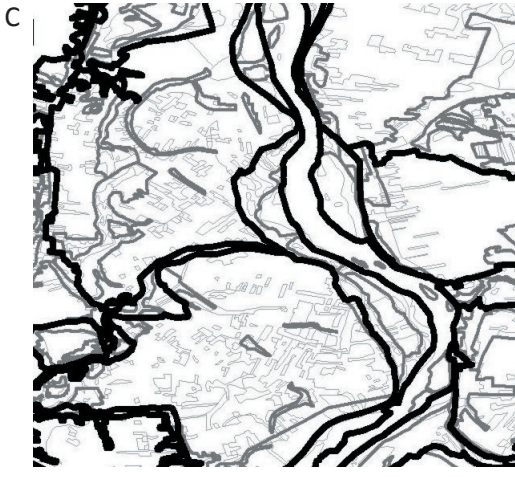
Połączenie kompleksów roślinności w jednostki wyższego rzędu, wzdłuż zróżnicowanych warunków siedliskowych powtarzalnych dla określonego typu form morfologicznych rzeźby i pokrycia terenu, prowadzi do wyróżnienia **krajobrazów roślinnych**. Jednostki tej rangi pojawiły się w systemach hierarchicznej organizacji roślinności zaproponowanych przez J.M. Matuszkiewicza (1978, 1993), J. Solona (1983) i J.P. Theurillat (1992).

Badania geobotaniczne na poziomie ponadfitocenotycznym dotyczą bardzo różnorodnej tematyki i mają charakter zarówno teoretyczny jak i aplikacyjny. Podejście synfitosocjologiczne stosowane jest m.in. do opisu przestrzennego zróżnicowania roślinności konkretnych obszarów (Tüxen 1978; Medwecka-Kornaś, Kornaś 1968; Matuszkiewicz 1979a, 1981; Solon 1988; Schwabe 1989; Kwiatkowski 1994), waloryzacji jednostek krajobrazowych dla potrzeb ochrony przyrody i planowania (Balcerkiewicz, Borysiak 1988; Balcerkiewicz, Wojterska 1993; Chmielewski, Solon 1996), przy tworzeniu podziałów geobotanicznych (Matuszkiewicz J.M. 1981, 1993), do opisu struktury i przemian krajobrazu (Solon 1990; Borysiak 1994; Plit 1996).

W obserwacjach krajobrazowego zróżnicowania roślinności wielokrotnie obiektem badań były doliny dużych rzek (Medwecka-Kornaś, Kornaś 1968; Tüxen 1978; Matuszkiewicz J.M. 1981; Balcerkiewicz, Borysiak 1988; Schwabe 1987, 1989; Chojnacki 1991; Borysiak 1994; Solon 1999).

Współczesne procesy formowania siedlisk w dolinach związane są przede wszystkim z erozyjno-akumulacyjną działalnością rzeki (zmiany biegu, powstanie odsypów, starorzeczy, odkładanie namulów na terasach akumulacyjnych, podcinanie krawędzi doliny) oraz denudacyjnymi procesami stokowymi (degradacja zboczy, powstawanie form usypiskowych) – Klimaszewski 1978; Falkowski 1982; Babiński 1992; Pożaryski, Kalicki 1995; Maruszczak 1997. Ich intensywność zwiększa różnorodna działalność człowieka (formowanie koryta, ograniczanie wylewów i inne działania hydrotechniczne, gospodarka rolnicza i leśna) – Maruszczak 1997; Kalicki 1996; Plit 1996; Warowna 1996, 1998; Łajczak 1997; Starkel 2001; Hohensinner i in. 2004; Łajczak i in. 2006, a ścisły związek rzeki z doliną oraz wysoczyzną lub wyżyną sprawia, że przekształcenia wprowadzane w jednym miejscu znajdują odzwierciedlenie w przemianach innych części tego złożonego układu przyrodniczego (Olaczek 2000).

Roślinność występująca w dolinie doskonale ukazuje zróżnicowanie warunków, a także stopień przekształcenia środowiska przyrodniczego. Wyróżnia się dużą dynamiką – zdolnością do ciągłego odradzania się i adaptacji do zmieniających się warunków siedliskowych. Sąsiadują ze sobą zbiorowiska w różnych stadiach rozwoju sukcesyjnego, pionierskie i rozwinięte, w fazach sukcesji progresywnej i regresywnej, pierwotnej i wtórnej (Borysiak 1994). Rozmaitość oddziaływań ludzkich powoduje, że



Ryc. 1. Poziomy analizy zróżnicowania roślinności:

- A. zbiorowiska roślinne,
- B. kompleksy roślinności,
- C. krajobrazy .

Fig. 1. Analysed levels of vegetation diversity:

- A. vegetation communities,
- B. vegetation complexes,
- C. vegetation landscapes.

w dolinie rzeki spotkać można pełną gamę zbiorowisk o różnym stopniu antropogenicznego przekształcenia: zbiorowiska o cechach naturalnych (zbiorowiska leśne lub zaroślowe), różne formy zbiorowisk półnaturalnych (łąki, szuwały, murawy) oraz zbiorowiska synantropijne (segetalne i ruderalne). Cechą wyróżniającą doliny rzeczne, w szczególności strefy bliskie nurtowi rzeki, jest stosunkowo duży udział spontanicznych zbiorowisk roślinnych (Matuszkiewicz J.M. i in. 2000).

W niniejszej pracy rozpatrywano zróżnicowanie roślinności na 2 poziomach (ryc. 1):

– kompleksów roślinności rozumianych jako lokalne agregacje fitocenoz (Matuszkiewicz J.M. 1978, 1979b) lub lokalne kompleksy fitocenoz (Solon 1983), obejmujących wszystkie zbiorowiska roślinne związane z jednorodnym typem siedliska lub siedliskami zbliżonymi, pozostające pod wpływem tych samych form użytkowania terenu,

– krajobrazów roślinnych wydzielanych na podstawie zróżnicowania warunków siedliskowych powtarzalnych dla określonego typu rzeźby i pokrycia terenu (Matuszkiewicz J.M. 1993); jednostki krajobrazowe mogły łączyć w sobie kilka różnych typów roślinności potencjalnej.

W wyróżnionych jednostkach roślinności badano różnorodność strukturalną (konfigurację i kompozycję) oraz zależności siedliskowe.

Szczegółowy sposób delimitacji jednostek krajobrazowych został przedstawiony w rozdziale poświęconym metodom i procedurom badawczym zastosowanym w pracy (rozdz. 3).

Przy klasyfikacji (typizacji) jednostek nie wykorzystano klasycznego podejścia synfitosocjologicznego zaproponowanego przez Tüxena (1977, 1979), opisującego zróżnicowanie krajobrazowe za pomocą jednostek abstrakcyjnych. Wyróżnione jednostki kompleksowe i krajobrazowe zostały scharakteryzowane przez podanie zbiorowisk rozpoznawczych (por. Schwabe 1987). Otrzymane typy łączono w grupy związane z miejscem występowania, warunkami siedliskowymi lub oddziaływaniem antropogenicznym.

## 1.2. CEL I ZAKRES OPRACOWANIA

Głównymi celami pracy były: (1) rozpoznanie przestrzennej struktury roślinności w dolinie środkowej Wisły, na dwóch poziomach organizacji: kompleksów roślinności i krajobrazów roślinnych, (2) klasyfikacja roślinności – typizacja rozpoznanych jednostek kompleksowych i krajobrazowych oraz (3) identyfikacja czynników naturalnych i antropogenicznych warunkujących zróżnicowanie roślinności.



Realizacja powyższych celów doprowadziła do wypracowania precyzyjnej metody wyznaczania, na podstawie mapy roślinności i innych materiałów źródłowych, jednostek przestrzennych rangi ponadekosystemalnej oraz wykazała, że roślinność, opisana przez jednostki kompleksowe i krajobrazowe, może być wykorzystana, ze względu na silne, wzajemne zależności, jako wskaźnik warunków abiotycznych.

Teren badań obejmował fragment doliny Wisły, w jej środkowym biegu, od ujścia Sanny (prawobrzeżny dopływ Wisły wpadający powyżej Annapola) do południowych granic Warszawy. Analizowany obszar tworzą: równina zalewowa, terasy nadzalewowe oraz strefy krawędziowe wyżyn i wysoczyzn.

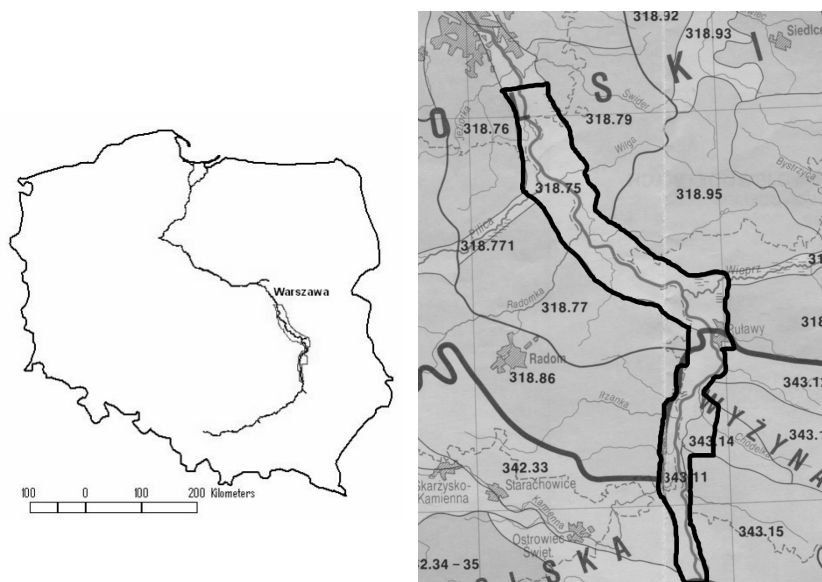
## 2. CHARAKTERYSTYKA TERENU BADAŃ

### 2.1. POŁOŻENIE

Badany fragment doliny Wisły rozciąga się między 50°85' i 52°08' (stopnie dziesiątne) szerokości geograficznej północnej oraz między 21°12' i 22.°05' długości geograficznej wschodniej (ryc. 2). Zajmuje powierzchnię 2062 km<sup>2</sup> i obejmuje ok. 200 kilometrowy odcinek Wisły środkowej pomiędzy ujściem Sanny powyżej Annopola i miejscowością Karczew pod Warszawą (295–493 km biegu rzeki). Teren badań obejmuje 2 mezoregiony w podziale regionalnym J. Kondrackiego (1994): Małopolski Przełom Wisły i Dolinę Środkowej Wisły.

Położenie terenu badań na tle regionów geobotanicznych (Matuszkiewicz J.M. 1993) przedstawia rycina 3. Według tego podziału cały badany obszar znalazł się w zasięgu Działu Mazowiecko-Poleskiego (E). Część południowa (Małopolski Przełom Wisły) w większości przynależy do Krainy (E.4.) i Okręgu Wyżyny Lubelskiej (E.4.1) oraz podokręgów: doliny Wisły „Annopol-Puławy” (E.4.1a), Poniatowskiego (E.4.1d) i Annopolskiego (E.4.1f). Niewielki, wschodni fragment tego regionu należy do sąsiedniej Krainy Południowomazowiecko-Podlaskiej (E.3.), Podkrainy Radomskiej (E.3b.) i okręgów: Podgórze Iłżeckiego (E.3b.8), podokręgi: Tarłowski (E.3b.8h), Lipski (E.3b.8g), Ciecierowski (E.3b.8f) oraz Równiny Radomskiej (E.3b.7), podokręg Ciepiewski (E.3b.7i).

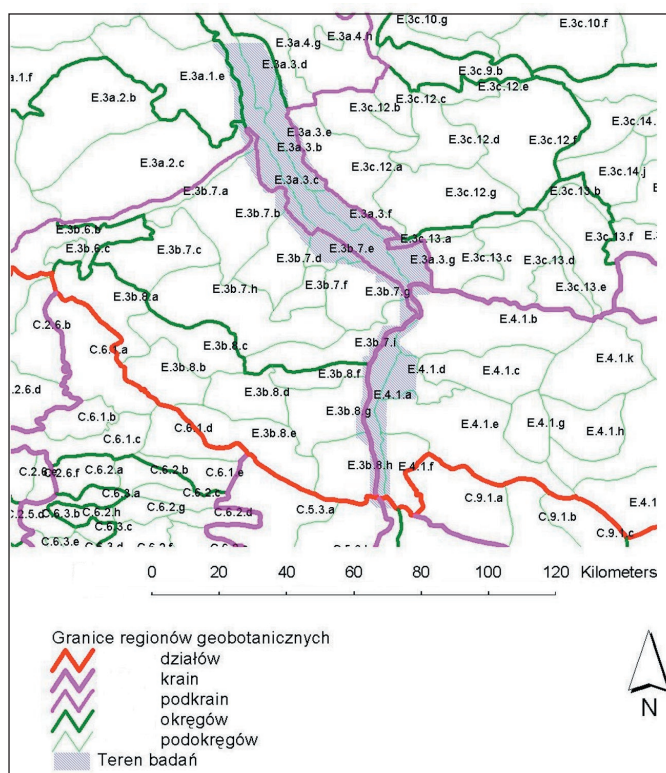
Część północna terenu badań (Dolina Środkowej Wisły) prawie w całości znajduje się w granicach Krainy Południowomazowiecko-Podlaskiej (E.3.), Podkrainy Południowomazowieckiej (E.3a.) i Okręgu Nadwiślańskiego Puławsko-Warszawskiego (E.3a.3) z podokręgami: doliny Wisły „Puławy-Warszawa” (E.3a.3b), Mniszewskim (E.3a.3c), Warszawickim (E.3a.3d), Wilżańskim (E.3a.3e), Dęblińskim (E.3a.3f) i Gołębskim (E.3a.3g). Wąski, wschodni pas tego odcinka należy do Okręgu Łowicko-Warszawskiego (E.3a.1), podokręg Piaseczyńsko-Milanowski (E.3a.1e) i Okręgu Wysoczyzny Rawskiej (E.3a.2), podokręg Grójecko-Kaleński (E.3a.2c). Niewielkie fragmenty na południu należą do Podkrainy Radomskiej (E.3b.), Okręgu Równiny Radomskiej (E.3b.7) i podokręgów: Czarnoleskiego (E.3b.7g), Brzeźnickiego (E.3b.7e), Jedlińskiego (E.3b.7d) i Dobieszyńskiego (E.3b.7b).



Ryc. 2. Lokalizacja terenu badań – podział regionalny wg J. Kondrackiego (1994)

Mezoregiony: 318.75 Dolina Środkowej Wisły, 318.76 Równina Warszawska, 318.77 Równina Kozienicka, 318.79 Równina Garwolińska, 318.86 Równina Radomska, 318.95 Wysoczyzna Żelechowska, 343.11 Małopolski Przełom Wisły, 343.12 Płaskowyż Nałęczowski, 343.14 Kotlina Chodelska, 343.15 Wzniesienia Urzędowskie, 342.33 Przedgórze Iłżeckie

Fig. 2. Location of the study area – regional divisions according to J. Kondracki (1994)  
 Mezoregions: 318.75 the Middle Vistula Valley, 318.76 Warsaw Plain, 318.77 Kozienicka Plain, 318.79 Garwolińska Plain, 318.86 Radomska Plain, 318.95 Żelechowska Upland, 343.11 the Gap Vistula River Valley, 343.12 Nałęczowski Elevated Plain, 343.14 Chodelska Basin, 343.15 Urzędowskie Uplands, 342.33 Iłżeckie Foreland



Ryc. 3. Położenie terenu badań na tle regionów geobotanicznych wg J.M. Matuszkiewicz (1993), objaśnienia w tekście

Fig. 3. Location of the study area – geobotanical regions according to J.M. Matuszkiewicz (1993), explanations in the text

## 2.2. WARUNKI KLIMATYCZNE

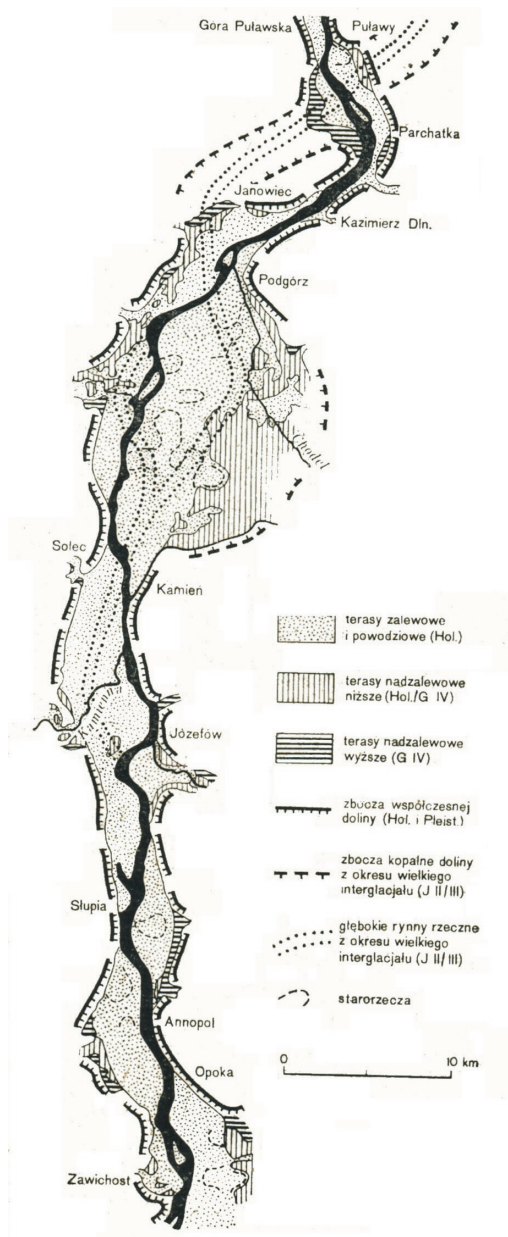
Badany obszar leży w strefie wpływów klimatu kontynentalnego. Średnia roczna temperatura wynosi  $8,6^{\circ}\text{C}$ . Najzimniejszym miesiącem jest styczeń (średnia temp.  $-1,4^{\circ}\text{C}$ , średnia minimalna dobowa  $-4,0^{\circ}\text{C}$ ), najcieplejszym lipiec ze średnią temperaturą  $19,3^{\circ}\text{C}$  i średnią maksymalną dobową  $25,2^{\circ}\text{C}$ . Średnia roczna suma opadów wynosi  $573,8\text{ mm}$ , z przewagą opadów w półroczu wiosenno-letnim. Średnia roczna liczba dni z opadem wynosi 172 (dane IMGW z lat 1990–2009 dla stacji w zasięgu badanego terenu). Pokrywa śnieżna utrzymuje się średnio przez 50–70 dni w sezonie. Termiczna wiosna rozpoczyna się między 30 III i 5 IV, natomiast jesień zaczyna się między 30 IX i 5 X. Termiczny okres wegetacyjny trwa przeciętnie ok. 210 dni. Przeważają wiatry z kierunków zachodnich, o średniej prędkości 3–4 m/s. Tereny nadwiślańskie wykazują nieco wyższe usłonecznienie niż tereny sąsiednie, średnie roczne wartości wynoszą ok. 4–4,5 h na dobę (*Atlas klimatu Polski* 2005).

## 2.3. GEOLOGIA I GEOMORFOLOGIA

### MAŁOPOLSKI PRZEŁOM WISŁY

Małopolski Przełom Wisły zlokalizowany pomiędzy Annapolem na południu i Puławami na północy ma ok. 80 km długości i od 1,5 do 10 km szerokości. Graniczy od wschodu z Wyżyną Lubelską (Wzniesieniami Urzędowskimi, Kotliną Chodelską, Równiną Bełżycką i Płaskowyżem Nałęczowskim), a od zachodu z Podgórzem Iłżeckim i Równiną Radomską. Wisła pokonuje na tym odcinku różnicę wysokości ok. 20 m ze średnim spadkiem  $0,23\text{‰}$  (Maruszczak 1972). Koryto o przebiegu wyprostowanym ma zmienną szerokość 200–1200 m i charakter roztokowy. Występują tutaj liczne zarośnięte kępy i ruchome odsypy piaszczyste (Starkel 2001). Regulacja koryta wymusza trwałą sedymentację w peryferyjnej strefie koryta i powstanie nowej terasy piaszczystej wznoszącej się 1–2 m nad średni poziom rzeki (szerokość do 350 m), zbudowanej z materiału korytowego (Warowna 2003).

Przełomowy charakter doliny na omawianym odcinku związany jest z przecinaniem wypiętrzenia wału metakarpackiego, tworzącego pas wyżyn południowopolskich. Dolina wymodelowana jest w skalistym podłożu, które tworzą kredowe opoki, gezy, kreda pisząca oraz wapienie margliste a także lokalnie wapienie, dolomity i iły jurajskie (Falkowski T. 2000). Zmienność litologiczna skał kredowych, szerokość dna i wysokość zboczy wpływają na zróżnicowanie charakteru doliny, dlatego można wyróżnić trzy części na odcinku przełomowym. W części południowej (pomiędzy miejscowościami



Ryc. 4. Szkic geomorfologiczny doliny przełomowej Wisły według H. Maruszczaka (1972)

Fig. 4. Geomorphological sketch of the Gap Vistula River Valley according to H. Maruszczak (1972)

Opoka i Kamień), wyciętej w odpornych opokach i gezach, szerokość dna doliny wynosi od 3 do 5 km, zbocza o wysokości do 80 m są strome i słabo rozcięte. Na odcinku środkowym, między wsiami Kamień i Podgórz, dolina rozszerza się w strefie wychodni miękkich wapieni marglistych i kredy piszącej. Zbocza są niższe i silniej rozcięte, po prawej stronie dno doliny przechodzi stopniowo w powierzchnię Kotliny Chodelskiej. Po lewej stronie, między Solcem i Chotczą, zbocza są bardzo wyraźne i strome, poprzecinane krótkimi dolinkami i wąwozami. Ich wysokość znacznie się zmniejsza (20–30 m). Odsłaniają się tutaj pod utworami czwartorzędowymi opoki margliste i margle (Maruszczak 1972, 1982). Inny charakter ma odcinek północny mezoregionu zwany Przełomem Kazimierskim. Dolina przecina opoki i wapień górnego maestrychu, a jej szerokość spada tu do 1,2 km. Zbocza dochodzące do 100 m wysokości są strome i ponacinane wąwozami wyciętymi w miąższej (20–30 m) pokrywie lessowej. Jest to najmłodszy wiekowo odcinek, bowiem został wyrzeźbiony jako wtórny epigenetyczny przełom dopiero po zlodowaceniu Odry (Pożaryski 1953; Pożaryski i in. 1994). Stara dolina przełomowa przebiega na północny zachód od Janowca i wschód od Puław (ryc. 4).

W. Pożaryski (1953) wydzielił system teras tworzących współczesne dno doliny przełomowej. Najstarsze terasy plejstoceny (terasy wysokiego zasypania) przylegają do zboczy doliny w postaci wąskich listew. Większe płaty tego poziomu zachowały się w dolinach dopływów Wisły (Chodelka), a ich wysokość wynosi od 11 do 18,5 m. Kolejny poziom tworzą średnie terasy o wysokości od 5,5 do 9 m nad poziom rzeki. Oba systemy teras nadzalewowych zbudowane są z piasków i pyłów. Wyższe nadbudowane są lessem i deluwiami. Terasy średnie są częściowo zwydmione (Kotlina Chodelska) – Starkel 2001.

Równina zalewowa, powstała w efekcie akumulacyjnej działalności rzeki, tworzy 2 poziomy: powodziowy o wysokości 2,5–3,5 m (prawie na całym odcinku zabezpieczony wałami) i zalewowy o wysokości 1–2,5 m. Wyższy zbudowany jest z mady ilastej, niższy z osadów pylastych i piaszczysto-pylastych (Warowna 2003). Na równinie zalewowej występują liczne ślady dawnych meandrów oraz starorzecza. Na powierzchni równiny zaznaczają się również długie rynny erozyjne wycięte przez wody gwałtownych przepływów (Falkowski E. 1982). W sąsiedztwie koryta obserwuje się wydłużone, romboidalne lub trójkątne obszary, zbudowane z piasków i żwirów, położone wyżej od oddzielających je prostych i słabo krętych obniżen. Powstały przez dołączanie coraz młodszych odsypów przybrzeżnych, po zasypaniu oddzielających je odnóg rzeki (Warowna 2003).

U podnóża skarp lub teras plejstocenijskich występują rozległe obszary o ograniczonym odpływie, mniej lub bardziej zabagnione. Budują je utwory organiczne – torfy i namuły o średniej miąższości ok. 1 m. W strefach krawędziowych przy dużych deniwelacjach i występowaniu na powierzchni skał mezozoicznych pokryw utworów czwartorzędowych (przede wszystkim lessów) spotyka się zdeponowane osady deluwialne, a u wylotów dolinek erozyjnych stożki napływowe. Te niezwiązane z działalnością rzeki formy zalegają na powierzchni teras, a ich utwory mieszają się z osadami sedymentacyjnymi (Falkowski T. 2000).

#### MEZOREGION DOLINA ŚRODKOWEJ WISŁY

Wisła opuszcza Wyżyny Południowopolskie na wysokości Puław i wpływa na teren Nizin Środkowopolskich. Część doliny pomiędzy Puławami i Warszawą nazywana jest Doliną Środkowej Wisły. Rzeka na tym odcinku ma ok. 120 km długości, pokonuje różnicę wysokości ok. 38 m, a średni spadek wynosi 0,29‰ (Starkel 2001). Szerokość doliny zmienia się od 12 do 16 km. Rzeka płynie w pobliżu lewego zbocza. Koryto jest szerokie (do 1 km) z licznymi kępami i mieliznami. Od wschodu Dolina Środkowej Wisły graniczy z Wysoczyzną Lubartowską, Pradoliną Wieprza, Wysoczyzną Żelechowską i Równiną Garwolińską. Zachodnią granicę tworzą Równina Kozienicka i Równina Warszawska (Kondracki 1994). Dolinę Środkowej Wisły można podzielić na 2 części: graniczący z Przełomem Małopolskim odcinek od Puław do ujścia Pilicy i ograniczony wysokimi (30-50 m) krawędziami ok. 55-kilometrowy odcinek do granic Warszawy nazywany Przełomem Mazowieckim (Różycki 1972).

Po opuszczeniu odcinka przełomowego rzeka zmienia kierunek z NE na NW, zbocza doliny są łagodne i sięgają wysokości 10–12 m, a strop skał mezozoicznych obniża się. W podłożu aluwii pojawiają się spoiste i sypkie utwory trzeciorzędowe oraz czwartorzędowe. Sąsiadujące wysoczyzny budują głównie gliny zwałowe, piaski i żwiry wodnolodowcowe. W strukturze litologicznej obszarów sąsiadujących z doliną duże znaczenie mają także utwory zastoiskowe: ility, mułki, piaski. Występują tu również mniejsze i większe enklawy zwymdionych piasków eolicznych. Drobnym rozcięciem dolinnym wysoczyzn morenowych towarzyszą wąskie i rozgałęzione pasma utworów rzecznych (holocenijskich i plejstocenijskich).

W morfologii doliny obserwuje się wyraźne terasy plejstocenijskie (3 poziomy) i niższe terasy holocenijskie. Terasy wyższe, wznoszące się na wysokość od 5 do 15 m, zbudowane są z piasków i żwirów, przykrytych często utworami pylastymi. Ich wyższe poziomy pokryte są utworami eolicznymi, które tworzą pola piasków przewianych oraz zespoły dużych form wydmych. Na niektórych odcinkach terasy odcięte są od granicy



doliny z wysoczyznami łożyskami dawnych i współczesnych odpływów, wypełnionych osadami holoceniowymi. Niezależnie od tych rozcięć na najniższej terasie występują liczne zagłębienia wypełnione głównie namułami. Większe zwarte kompleksy torfów znajdują się na północ od Dęblińska i na obszarze pomiędzy ujściowymi odcinkami Radomki i Pilicy oraz na południe od Otwocka.

Z bezpośrednim sąsiedztwem koryta Wisły związany jest obszar równiny zalewowej, obecnie w znacznej części ograniczony wałami przeciwpowodziowymi. Wyróżnia się dwa poziomy równiny. Pierwszy wyższy o wysokości 2–3 m i drugi niższy do wysokości 1,5 m ponad średni poziom wody (Starkel 2001). Na wyższym poziomie, zbudowanym z utworów pozakorytowych (mady rzeczne), występują liczne ślady wypełnionych namułami paleomeandrów (Maruszczak 1997). Część z nich jest wykorzystywana przez współczesne odpływy. Niższy poziom zbudowany jest w znacznej części z piasków i żwirów, które tworzą liczne wyspy, łachy i mielizny w korycie. Na terenach zalewowych spotykamy osady torfowe, zajmujące niewielkie powierzchnie. Strefa holoceniowa obfituje w liczne starorzecza (w różnym stadium sukcesji i zaniku), czynne rozgałęzienia Wisły oraz różnej wielkości cieki powierzchniowe. Koryto w znacznym stopniu wyprostowane, o roztokowym charakterze tworzy wielkopromienne meandry, które na niektórych odcinkach podcinają terasy nadzalewowe, a w północnej części doliny (Przełom Mazowiecki) równinę morenową.

Na tym ostatnim odcinku dolina ograniczona jest wysokimi krawędziami, a Wisła płynie wzdłuż lewego brzegu. Terasy nadzalewowe występują głównie na prawym brzegu, a ich najwyższy i średni poziom pokryty jest w dużej części wydmiami (Sarnacka 1987). Na najniższej terasie, z madami na piaskach rzecznych, występują liczne opuszczone koryta wypełnione namułami i torfami. Równina zalewowa o szerokości 4–6 km składa się z 2 poziomów. Na wyższym (2–3 m) pokrytym osadami pozakorytowymi występują pojedyncze paleomeandry. Niższy, o szerokości do 1 km, wznosi się na wysokość 1–1,5 m nad średni poziom rzeki i jest łożyskiem corocznych wezbrań. Budują go odsypy piaszczyste, niekiedy zarośnięte (Starkel 2001).

#### 2.4. WARUNKI HYDROLOGICZNE

Analizowany fragment Wisły należy do jej środkowego biegu. Powierzchnia zlewni na badanym odcinku waha się od 51.518 km<sup>2</sup> w Anopolu do 81.768 km<sup>2</sup> powyżej ujścia rzeki Jeziorki (na S od Warszawy). Zlewnię Wisły na tym odcinku tworzą następujące większe dopływy: lewostronne – Kamienna, Krępianka, Iłżanka, Zwolenka, Zagożdżonka, Radomka, Pilica, Jeziorka; prawostronne – Sanna, Wyżnica, Chodelka, Bystra, Kurówka, Wieprz, Okrzejka, Wilga.

Tabela 1. Wielkości stanów i przepływów dla wód charakterystycznych w wybranych profilach wodowskazowych na obszarze badań, z okresu 1990–2009

Woda	Zawichost (km 287,6) powyżej badanego odcinka		Puławy (km 372,5)		Dęblin (km 393,7)		Gusin (km 461,5)	
	stan wody (cm)	przepływ (m <sup>3</sup> /s)	stan wody (cm)	przepływ (m <sup>3</sup> /s)	stan wody (cm)	przepływ (m <sup>3</sup> /s)	stan wody (cm)	przepływ (m <sup>3</sup> /s)
najniższa obserwowana w półroczu zimowym (ZiNNW)	181	141	100	180	142	156	18	152
najniższa obserwowana w półroczu letnim (LNNW)	162	131	96	134	130	152	32	185
średnia w półroczu zimowym (ZiSSW)	269	b. d.	240	b. d.	239	b. d.	142	b. d.
średnia w półroczu letnim (LSSW)	293	b. d.	204	b. d.	213	b. d.	121	b. d.
największa, wysoka w półroczu zimowym (ZiWWW)	786	3850	677	4200	589	4210	501	4010
największa, wysoka w półroczu letnim (LWWW)	845	5170	720	4870	622	4870	528	4850
stan ostrzegawczy	480	1080	450	1440	400	1700	370	2830
stan alarmowy	620	3100	550	2650	500	3250	420	3830

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych ze stacji wodowskazowych IMGW

Zestawienie stanów oraz przepływów dla wód charakterystycznych w wybranych profilach wodowskazowych na terenie badań przedstawia tabela 1. Najstarszy z posterunków wodowskazowych znajdujący się w Puławach, powstał w 1896 r. (*Atlas posterunków...* 1996).

Porównując dane z poszczególnych profili warto zauważyć, że przepływy maksymalne są kilkadziesiąt razy wyższe od minimalnych. Badany odcinek charakteryzuje się zmniejszaniem przyptywów wysokich w dół rzeki, co związane jest z silną infiltracją w podłoże aluwialne. Maksymalne przepływy występują w półroczu letnim, w czerwcu i lipcu, natomiast minimalne pojawiają się przede wszystkim w półroczu letnim, ale mogą także się zdarzyć zimą.

Badany odcinek ma reżim hydrologiczny o charakterze złożonym (Parde 1957). W korycie wielkich wód nie dominują już, jak na odcinku górnym, powodzie opadowe. Wysokie przepływy obserwuje się również w marcu i kwietniu po topnieniu śniegów (Soja, Mrozek 1990).

Koryto rzeki jest w dużym stopniu uregulowane (Zieliński 1999), ma średnią szerokość ok. 300 m. Wisła została obudowana ostrogami, tamami podłużnymi oraz opaskami i umocnieniami brzegowymi (fot. 1). Budowle regulacyjne nie są rozmieszczone równomiernie, co wynika z naturalnych cech rzeki (Kowalski 1997). Różny jest stan techniczny tych budowli. Lokalne prace zabezpieczające wykonywane są tam, gdzie występują zagrożenia wałów przeciwpowodziowych lub innych obiektów infrastruktury technicznej (*Koncepcja zróżnicowanego...* 2003; Łoś 2010) (fot. 2).

Regulacja koryta znacząco wpłynęła na procesy fluwialne w dolinie (Łajczak 1997; 1999). Na odcinkach z gęstą zabudową, w wąskiej strefie nurtu, obserwuje się zjawisko erozji dennej, spowodowanej zwiększeniem energii przepływu po koncentracji koryta budowlami regulacyjnymi (ok. 1 m/60 lat, z dużą zmiennością położenia rzędnej dna w ciągu roku – Kuźniar i in. 1996). Jednocześnie mimo pogłębienia koryta i zwiększenia siły transportującej wody, podczas niskich przepływów w obrębie trasy regulacyjnej tworzą się mielizny i odsypy, a pomiędzy ostrogami i tamami następuje sedymentacja rumowiska (Warowna 2003). Jednak skala tego zjawiska jest znacznie mniejsza niż na odcinkach nieuregulowanych (np. poniżej Dębłina), na których większa szerokość i mniejsza głębokość koryta przyczynia się do wzmożenia akumulacji osadów (Łajczak 1997).

Wisła jest na tym odcinku prawie w całości obwałowana. Wały w większości powstały po II Wojnie Światowej, ale pierwsze lokalne obwałowania wzniesiono już w XIX wieku (Łajczak i in. 2006). Zgodnie z obowiązującymi przepisami (*Rozporządzenie...* 2007 i wcześniejsze z 1996 r.) zasięg zagrożenia powodziowego określa się dla przepływu wód o maksymalnym prawdopodobieństwie pojawienia, wynoszącym maksymalnie 1% i na takie wody zaprojektowano wały. Teoretyczny minimalny rozstaw wałów przyjęto

na 900 m, przy czym w praktyce waha się on od 550 do 2400 m na odcinku przełomowym i od 700 do 1600 m w Dolinie Środkowej Wisły (*Koncepcja zrównoważonego...* 2003; Warowna 2003). Wały są dość skutecznym środkiem ochrony terenów znajdujących się na zawału, choć przy wystąpieniu wysokich przepływów i stanów wód, a przede wszystkim przy długim czasie trwania wezbrania i złym stanie technicznym, może dojść do ich przzerwania, jak to miało miejsce w roku 2001 w rejonie miejscowości Piotrawin, Kamień i Majdanów (*Koncepcja...* 2003) czy w 2010 r. w Zastowie Polanowskim (gmina Wilków).

Duży problem na tym odcinku stanowi jakość wody. Według danych Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska (Ochrona środowiska 2006) na badanym odcinku Wisły płyną wody III (głównie odcinek przełomowy) i IV klasy czystości. Na jakość wód mają wpływ zrzuty z górnych części zlewni Wisły i jej dopływów. Na terenie badań głównym źródłem zanieczyszczeń są ścieki komunalne, co wynika z braku dostatecznej sieci kanalizacyjnej na terenach zlewni (*Koncepcja zrównoważonego...* 2003).

## 2.5. ROŚLINNOŚĆ

Zróznicowane warunki geologiczne, geomorfologiczne, hydrologiczne i glebowe wpływają na bogactwo siedlisk, mozaikowość środowisk i krajobrazu w dolinie. Roślinność jest najbardziej widocznym elementem środowiska odzwierciedlającym tę różnorodność. Na podstawie mapy roślinności (Matuszkiewicz J.M. (red.) 2005) na badanym odcinku doliny Wisły można wydzielić 11 (w tym wody powierzchniowe) głównych typów potencjalnej roślinności naturalnej (tab. 2).

Tabela 2. Udział powierzchniowy poszczególnych typów roślinności potencjalnej na obszarze badań

Typy potencjalnej roślinności naturalnej	powierzchnia (km <sup>2</sup> )	udział %
Łęgi wierzbowe i topolowe ( <i>Salici-Populetum</i> )	167,30	8,11
Łęgi jesionowo-wiązowe ( <i>Ficario-Ulmetum</i> )	487,67	23,65
Łęgi jesionowo-olszowe ( <i>Fraxino-Alnetum</i> )	165,85	8,04
Olsy ( <i>Ribeso nigri-Alnetum</i> )	27,74	1,35
Grądy ( <i>Tilio-Carpinetum</i> )	539,92	26,19
Dąbrowy świetliste ( <i>Potentillo albae-Quercetum</i> )	94,46	4,58
Bory sosnowe świeże ( <i>Leucobryo-Pinetum</i> )	113,01	5,48
Bory wilgotne ( <i>Molinio-Pinetum</i> )	3,64	0,18
Bory bagienne ( <i>Vaccinio uliginosi-Pinetum</i> )	0,69	0,03
Bory mieszane ( <i>Quercu-Pinetum</i> )	353,47	17,14
wody powierzchniowe	98,12	4,76
bez roślinności	10,06	0,49
suma	2061,93	100,00

Źródło: opracowanie własne wg mapy roślinności (Matuszkiewicz J.M. (red.) 2005)

Zróźnicowanie roślinności rzeczywistej badanego terenu przedstawia tabela 3.

Tabela 3. Udział powierzchniowy poszczególnych typów roślinności rzeczywistej na obszarze badań

Zbiorowisko roślinne	Pow. km <sup>2</sup>	Udział %
Lasy iglaste		
bory suche ( <i>Cladonio-Pinetum</i> )	1,95	0,09
bory sosnowe świeże ( <i>Leucobryo-Pinetum</i> )	77,28	3,75
bory wilgotne ( <i>Molinio-Pinetum</i> )	3,68	0,18
bory bagienne ( <i>Vaccinio uliginosi-Pinetum</i> )	0,43	0,02
bory mieszane ( <i>Quercu-Pinetum</i> )	115,78	5,62
zbirowiska borów nieokreślone ( <i>Dicrano-Pinion</i> )	24,42	1,18
Lasy liściaste		
dąbrowa świetlista ( <i>Potentillo albae-Quercetum</i> )	12,38	0,60
grądy ( <i>Tilio-Carpinetum</i> )	63,06	3,06
łągi jesionowo-wiązowe ( <i>Ficario-Ulmetum</i> )	4,71	0,23
łągi jesionowo-olszowe ( <i>Fraxino-Alnetum</i> )	45,94	2,23
lasy liściaste słabo określone ( <i>Quercu-Fagetea</i> )	0,51	0,02
Lasy i zarośla bagienne		
olsy ( <i>Ribeso nigri-Alnetum</i> )	8,14	0,39
łozowisko ( <i>Salicetum pentandro-cinereae</i> )	2,28	0,11
Lasy i zarośla wierzbowe		
łągi wierzbowe i topolowe ( <i>Salici-Populetum</i> )	31,84	1,54
wikliny nadrzeczne ( <i>Salicetum triandro-viminalis</i> )	43,16	2,09
Lasy nieokreślone		
lasy nieokreślone fitosocjologicznie liściaste	16,42	0,80
lasy nieokreślone fitosocjologicznie sosnowe	170,82	8,28
Zarośla		
półnaturalne zarośla krzewów liściastych - klasa <i>Rhamno-Prunetea</i>	6,93	0,34
zarośla nieokreślone	2,76	0,13
zbirowiska porębowe - klasa <i>Epilobietea angustifolii</i>	6,03	0,29
Łąki		
ziołorośla z wiązówką (związek <i>Filipendulion ulmariae</i> )	0,41	0,02
wilgotne łąki trzęślicowe (związek <i>Molinion</i> )	4,86	0,24
wilgotne łąki knieciowe ze związku <i>Calthion</i>	86,99	4,22
różne łąki świeże rajgrasowe (łąki grądowe) ze związku <i>Arrhenatherion</i>	122,05	5,92
łąki rajgrasowe z gatunkami ciepłolubnymi (zbliżone do kserotermicznych muraw z klasy <i>Festuco-Brometea</i> )	0,76	0,04
ubogie łąki rajgrasowe (zbliżone do muraw piaszkowych <i>Vicio-Potentillion</i> )	19,33	0,94
pastwiska grzebienicowe (ze związku <i>Cynosurion</i> )	38,98	1,89
kompleks łąk i pastwisk zalewnych ( <i>Agropyro-Rumicion crispi, Cnidion dubii</i> i inn.)	33,69	1,63
Murawy stepowe		
murawy stepowe (klasa <i>Festuco-Brometea</i> )	0,84	0,04

Murawy piaskowe		
murawy piaskowe z zawciągami ( <i>Diantho-Armerietum</i> )	3,68	0,18
murawy piaskowe szcztlichowe ( <i>Spergulo-Coryneporetum</i> )	8,85	0,43
Murawy bliźniczkowe i wrzosowiska		
wrzosowiska (rząd <i>Calluno-Ulicetalia</i> )	1,68	0,08
murawy bliźniczkowe typu „psiary” (rząd <i>Nardetalia</i> )	1,53	0,07
Torfowiska		
torfowiska wysokie (klasa <i>Oxycocco-Sphagnetea</i> )	0,02	0,001
torfowiska niskie i przejściowe (klasa <i>Scheuchzerio-Caricetea nigrae</i> )	5,07	0,25
murawy trzcinnikowo-perzowe na aluwjach (nieokreślone zbiorowisko <i>Eryngium planum-Calamagrostis epigeios</i> )	0,88	0,04
Szuwary		
szuwary właściwe (związek <i>Phragmition</i> )	19,68	0,95
szuwary turzycowe (związek <i>Magnocaricion</i> )	4,77	0,23
zbiorowiska terofitów efemerycznych na brzegach wód, głównie z klasy <i>Bidentetea tripartitii</i>	8,98	0,44
zbiorowiska zakorzenionych makrofitów wodnych (klasa <i>Potametea</i> )	5,20	0,25
Zbiorowiska ruderalne		
zróżnicowane zbiorowiska ruderalne głównie z klasy <i>Artemisietea</i>	82,05	3,98
zbiorowisko ruderalnego lasu z robinią („ <i>Robinetum</i> ”)	1,21	0,06
kompleks kultywowanej roślinności ozdobnej	4,12	0,20
ziołorośla rudbekii i amerykańskich nawłoci ( <i>Rudbeckio-Solidaginetum</i> )	3,79	0,18
bagienne ziołorośla z sadźcem konopiastym ( <i>Calystegio-Eupatorietum cannabini</i> )	0,15	0,01
Zbiorowiska segetalne		
kompleks zbiorowisk upraw zbożowych i okopowych oraz towarzyszących na siedliskach zasobnych ze zbiorowiskami skrytka polnego (podzwiązek <i>Aphanenion</i> ) w uprawach zbożowych	353,90	17,16
kompleks zbiorowisk upraw zbożowych i okopowych oraz towarzyszących na siedliskach zasobnych w dolinie rzeki ze zbiorowiskami skrytka polnego (podzwiązek <i>Aphanenion</i> ) w uprawach zbożowych oraz zbiorowiskiem komosy wielonasiennej ( <i>Oxalido-Chenopodietum polyspermi</i> ) w uprawach okopowych	254,30	12,33
kompleks zbiorowisk upraw zbożowych i okopowych oraz towarzyszących na siedliskach ubogich ze zbiorowiskami chłodka (podzwiązek <i>Arnoserenion</i> ) w uprawach zbożowych	41,56	2,02
kompleks zbiorowisk upraw zbożowych i okopowych oraz towarzyszących na siedliskach nawapiennych ze zbiorowiskami włóczydła (związek <i>Caucalidion</i> ) w uprawach zbożowych	5,19	0,25
zbiorowiska roślin jednorocznych lub dwulettnich na ugorach porolnych we wczesnych fazach sukcesji	7,34	0,36
kompleksy zróżnicowanej roślinności segetalno-ruderalnej związane z sadami i ogrodami	198,89	9,65
wody powierzchniowe bez makrofitów	97,07	4,71
suma	2061,93	100,00

Źródło: opracowanie własne wg mapy roślinności (Matuszkiewicz J.M. (red.) 2005)

Najniższe części równiny zalewowej Wisły i jej dopływów, najczęściej znajdujące się w strefie międzywala oraz tereny wzdłuż starorzeczy, są **siedliskami łęgów wierzbowo-topolowych** (*Salici-Populetum*). W warunkach naturalnych są to lasy wierzbowo-topolowe z bogatą warstwą krzewów i ziołoroślinnym runem. Według nowych poglądów na systematykę łęgów wierzbowo-topolowych (Matuszkiewicz J.M. 2002; Borysiak 1994) wyróżniane są 2 zespoły: **łęg wierzbowy** (*Salicetum albo-fragilis*), występujący na młodych piaszczystych aluwiach rzecznych, w strefie corocznych zalewów, na wyspach w nurcie lub odkładach piaszczystych między budowlami regulacyjnymi oraz **łęg topolowy** (*Populetum albae*) występujący na starszych rzadziej zalewanych madach, z większym udziałem materiału drobnoziarnistego. Jednak w prezentowanym opracowaniu łęgi nadrzeczne wierzbowo-topolowe zaliczono do jednego zespołu *Salici-Populetum* (Matuszkiewicz J.M. 1976), ponieważ tak zostały ujęte w podstawowych materiałach dokumentacyjnych, tj. na mapie zbiorowisk roślinnych doliny środkowej Wisły (Matuszkiewicz J.M. (red.) 2005).

Na obszarze badań naturalna i dojrzała postać tego zbiorowiska występuje rzadko. Najczęściej spotkać je można w postaci odkształconej lub młodocianej (fot. 3). Skład florystyczny jest uboższy niż w postaci dojrzałej, spotyka się też liczne gatunki synantropijne. Na badanym terenie tylko 19% powierzchni siedliska zajęte jest przez mniej lub bardziej odkształcone postaci łęgów wierzbowo-topolowych. Roślinność rzeczywistą na tych siedliskach tworzy ok. 30 różnych zbiorowisk. Najważniejsze z nich to: zbiorowiska terofitów na aluwiach (klasa *Bidentetea tripartiti*), łąki i pastwiska zalewne (związek *Agropyro-Rumicion crispi*) (fot. 4), nadrzeczne zarośla wierzbowe (*Salicetum triandro-viminalis*), pastwiska z grzebieniłą (związek *Cynosurion*), murawy piaszkowe (związek *Vicio lathyroidis-Potentillion argenteae*), murawy trzcinnikowo-perzowe (nieokreślone zbiorowisko *Calamagrostis epigeios-Eryngium planum*), zarośla nawłoci (*Rudbeckio-Solidaginetum*) (fot. 5) i szuwały. Niewielkie powierzchnie zajmują różnego rodzaju uprawy (głównie warzyw i owoców, którym towarzyszą zróżnicowane zbiorowiska zielne – klasa *Stellarietea mediae*).

Na wyższych poziomach równiny zalewowej (sporadycznie zalewanych), poza wałami występują **siedliska łągu jesionowo-wiązowego** (*Ficario-Ulmetum*). Na terenie badań zajmują ok. 24% powierzchni i związane są z podłożem drobnoziarnistych (ilastych) mad rzecznych (fot. 6). W naturalnych warunkach jest to wielogatunkowy las liściasty z jesionem, wiązem, dębem i czeremchą w drzewostanie, z warstwą krzewów i bogatym runem geofitów (Matuszkiewicz J.M. 2002). Obecnie na badanym terenie naturalna postać zbiorowiska występuje bardzo rzadko; na obszarze badań zajmuje niecały 1% siedliska. Ze względu na swoją żyzność siedliska łęgów jesionowo-wiązowych zostały w ogromnym stopniu odlesione. Lasy

zostały wycięte i zastąpione przez zbiorowiska segetalne oraz łąki. Są to przede wszystkim zbiorowiska związane z uprawami roślin zbożowych i okopowych (podzwiązek *Aphanenion* i *Aphanenion* z *Oxalido-Chenopodietaum*) oraz sadów i ogrodów (fot. 7). Do zbiorowisk łąkowych często występujących na tych siedliskach należą świeże łąki rajgrasowe (związek *Arrhenatherion*).

Inna odmiana tego zespołu – *Ficario-Ulmetum chrysosplenietosum* spotykana jest w dolinach i nieckowatych zagłębieniach związanych z małymi ciekami, gdzie występują czarne ziemie.

W obniżeniach terenu zajętych przez doliny niewielkich cieków, na skrzydłach równin zalewowych i zabagnionych obniżeniach teras nadzalewowych występują **siedliska łągów jesionowo-olszowych** (*Fraxino-Alnetum*). Związane są z podłożem mad rzecznych lub murszejących torfów niskich. Charakterystyczne jest dla tych siedlisk stałe, wysokie nawodnienie górnych warstw gleby, jednak bez trwającego dłużej zalewu i występowania wody na powierzchni (Matuszkiewicz J.M. 2002). W warunkach naturalnych drzewostany łągów jesionowo-olszowych tworzy olsza z większym lub mniejszym udziałem jesionu i czeremchy (fot. 8). Runo jest bujne i pojawiają się w nim także gatunki typowe dla szuwarów i olsów. Na badanym obszarze rzeczywiste łągi jesionowo-olszowe zajmują ok. 28% powierzchni właściwego im siedliska. Znaczną część siedliska zajmują wilgotne łąki knieciowe (związek *Calthion*), rzadziej rajgrasowe (związek *Arrhenatherion*), a wzdłuż cieków wodnych lub na niekoszonych łąkach pojawiają się zbiorowiska ziołoroślowe złożone z wysokich bylin (związek *Filipendulion ulmariae*). Znacznie rzadsze są zmiennowilgotne łąki trzęślicowe (związek *Molinion*).

Obniżenia terenu o ograniczonym odpływie wód oraz doliny małych cieków trwale podtopione o wysokim poziomie wód gruntowych, wypełnione torfami niskimi, są **siedliskami olsów** (*Ribeso nigri-Alnetum*). W warunkach naturalnych są to bagienne lasy olszowe, o strukturze kępkowo-dolinkowej z dużym udziałem gatunków bagienno-szuwarowych występujących w dolinkach oraz gatunków lasów liściastych na kępach. Siedliska te na badanym terenie często występują w obniżeniach teras nadzalewowych, rzadziej na równinie zalewowej. Rzeczywiste olsy zajmują ok. 30% siedliska. Związanych jest z nim kilkanaście innych zbiorowisk. Największy udział mają szuwarzy (związki *Phragmition* i *Magnocaricion*), zbiorowiska makrofitów wodnych (klasa *Potametea*) (fot. 9), niskoturzykowe łąki (klasa *Scheuchzerio-Caricetea nigrae*) i zarośla wierzbowe – łożowska (*Salicetum pentandro-cinereae*).



Największą powierzchnię na obszarze badań zajmują **siedliska grądów** (*Tilio-Carpinetum*). Grądy są to wielogatunkowe lasy dębowo-lipowo-grabowe z bogatą warstwą krzewów i runa. Siedliska te związane są przede wszystkim z wysoczyznami morenowymi, zboczami doliny i obszarami wyżyn, ale ich uboższa postać występuje także na terasach nadzalewowych. Ich podłoże budują przede wszystkim gliny zwałowe, iły warwowe i piaski wodnolodowcowe, ale także piaski rzeczne, a nawet piaski eoliczne. Na wyżynach natomiast są to utwory lessowe, margle i wapienie. Typowymi dla grądów są gleby brunatne i rdzawe, a na utworach wapiennych rędziny (fot. 10). Rzeczywiste występowanie zbiorowisk grądowych na badanym obszarze jest ograniczone, gdyż lasy grądowe zajmują tylko ok. 12% siedliska. Ponad połowę siedliska zajmują zbiorowiska segetalne związane z uprawami polnymi (w tym zbiorowisko upraw zbożowych na glebach nawapiennych – *Caucalido-Scandicetum*), sadami i ogrodami. Dość duży udział ma także roślinność ruderalna (klasa *Artemisietea*) związana z zabudową, trasami komunikacyjnymi itp. Wśród układów trawiastych dominują łąki rajgrasowe.

Z terasami nadzalewowymi zbudowanymi z utworów piaszczystych i piaszczysto-gliniastych oraz z piaszczystymi fragmentami wysoczyzn i wyżyn związane są **siedliska borów mieszanych** (*Quercu-Pinetum*). W warunkach naturalnych są to zbiorowiska lasów sosnowo-dębowych z udziałem innych gatunków drzew. W podzespole wilgotnym, rzadziej spotykanym na tym terenie, drzewostan uzupełnia osika i brzoza omszona. W runie borów mieszanych oprócz gatunków borowych występują także rośliny charakterystyczne dla lasów liściastych. Typowymi glebami są gleby bielicowe i rdzawe. W borach mieszanych wilgotnych pod wpływem wód gruntowych stagnujących na głębokości ok. 1 m tworzą się gleby glejowe (Matuszkiewicz J.M. 2002). Rzeczywiste bory mieszane zajmują na obszarze badań ok. 33% siedliska. Dużą powierzchnię pokrywają nieokreślone geobotanicznie, różnowiekowe lasy sosnowe będące efektem gospodarczego użytkowania lasów. Są to zazwyczaj sztucznie wprowadzone drzewostany sosnowe z dodatkiem innych gatunków (brzoza, dąb, robinia). Z ubogimi siedliskami borów mieszanych szczególnie związane są zbiorowiska segetalne (podzwiązek *Arnoseridenion*) towarzyszące uprawom zbożowym, a w warunkach siedlisk wilgotnych ubogie łąki rajgrasowe z dużym udziałem gatunków psammofilnych (fot. 11).

Na uboższych troficznie piaskach pochodzenia wodnego, wodnolodowcowego lub wydmowego, z glebami rdzawymi i bielicowymi występują **siedliska borów sosnowych świeżych** (*Leucobryo-Pinetum*). Bory świeże są to lasy sosnowe z niewielkim udziałem brzozy. W runie dominują krzewinki i wąskolistne trawy, bogata jest warstwa mszyska. Na obszarze badań

rzeczywiste bory świeże zajmują ponad 67% siedliska. Z tymi siedliskami związane są zbiorowiska muraw piaskowych szczytlichowych (*Spergulo-Corynephorum*) (fot. 12) i wrzosowisk (rząd *Calluno-Ulicetalia*).

**Siedliska borów sosnowych wilgotnych** (*Molinio-Pinetum*) związane z ubogimi piaskami i wysokim, choć zmiennym poziomem wód gruntowych są na terenie badań raczej rzadkie. Występują na terasach nadzalewowych, na glebach biellicowo-glejowych. W przypadku zbiorowisk o cechach naturalnych drzewostan stanowią przede wszystkim sosna i brzozy. Warstwa krzewów jest dobrze rozwinięta, w runie dominuje trawa trzęślica modra (*Molinia caerulea*) i krzewinki (borówki, wrzos), a zwartą warstwę mszystą budują różne gatunki mchów (również torfowce). Naturalne bory wilgotne zajmują większą część swoich siedlisk na obszarze badań. Pozostałą część stanowią nieokreślone geobotanicznie, przekształcone przez gospodarkę leśną lasy sosnowe oraz wrzosowiska i ubogie murawy bliźniczkowe (rząd *Nardetalia*).

Jeszcze rzadziej na badanym terenie występuje **siedlisko boru sosnowego bagiennego** (*Vaccinio uliginosi-Pinetum*) związane z podłożem torfowym (torf wysoki) i wysokimi stanami wód gruntowych, zasilanych opadami; spotykane jest na terasach nadzalewowych. Drzewostan boru bagiennego stanowi sosna z brzozą omszoną, w runie występują krzewinki (bagnio zwyczajne, borówka łochynia), w warstwie mszystej dominują torfowce. Na obszarze badań, poza samym borem bagiennym występują na tym siedlisku torfowiska wysokie (klasa *Oxycocco-Sphagnetea*), niskie i przejściowe (klasa *Scheuchzerio-Caricetea nigrae*).

Na wyniosłościach wysoczyzn, zboczach dolin z podłożem piaszczysto-żwirowym (z glinami wzbogaconymi o węglan wapnia) oraz na marglach i wapieniach na wyżynach występują **siedliska dąbrów świetlistych** (*Potentillo albae-Quercetum*). Związane są z nimi gleby brunatne lub rędziny z głębokim poziomem wód gruntowych. Są to lasy dębowe z domieszką innych gatunków i bogatym w rośliny światłolubne runem. Na obszarze badań poza naturalnym lub w różnym stopniu przekształconym zbiorowiskiem występują na tym siedlisku zbiorowiska segetalne związane z uprawami zbóż i roślin okopowych oraz sadów i ogrodów. Na krawędziach doliny często występują ciepłolubne zarośla z berberyse, zarośla tarniny, głogów, derenia (klasa *Rhamno-Prunetea*) – fot. 13 oraz murawy stepowe (klasa *Festuco-Brometea*).

## 2.6 UŻYTKOWANIE ZIEMI I GOSPODAROWANIE PRZESTRZENIĄ

Koryto i część równiny zalewowej ograniczona obwałowaniami poddana jest największym naturalnym zmianom, wywołanym erozyjno-akumulacyjną działalnością rzeki, tylko częściowo ograniczonym przez budowle regulacyjne (Warowna 2003). W korycie powstają ciągle nowe wyspy, od-sypy, mielizny modelowane przez wodę, a po przejściu wysokich wód na terasach zalewowych osadzają się namuły. Teren międzywała prawie w całości administrowany jest przez Regionalny Zarząd Gospodarki Wodnej w Warszawie. Największą powierzchnię zajmują tu lasy i zarośla, częściowo sztucznie nasadzone plantacje wikliny wykorzystywanej do robót regulacyjnych. Duża część międzywała wykorzystywana jest jako użytki zielone – łąki i pastwiska. Niewielkie powierzchnie zajmują różnego rodzaju uprawy. Wśród nich dość częste są sady i ogrody.

Tereny równiny zalewowej poza wałami mają zdecydowanie rolniczy charakter (tab. 4). Dominują na nich pola z sadami i łąki (fot. 14). Oprócz zbóż, dużą powierzchnię upraw stanowią warzywa. Sady dominują na szerokim odcinku doliny przy ujściu Chodelki oraz poniżej ujścia Pilicy, w północnej części badanego odcinka. Urozmaiceniem tych terenów i bardzo cennym elementem przyrodniczo-krajobrazowym są liczne starorzecza i zadrzewienia śródpolne.

Na terasach nadzalewowych, szczególnie na ich wyższych wydmowych częściach dominują lasy, ze znaczną przewagą lasów iglastych. Największe kompleksy leśne na terenie badań to Puszcza Kozienicka, fragment Puszczy Stromieckiej, lasy Mazowieckiego Parku Krajobrazowego oraz lasy w Kotlinie Chodelskiej i ciąg leśny pomiędzy Puławami a Osieckiem (fot. 15). Niższe części teras zajęte są przez tereny rolnicze: w części pokrytej madami i piaskami rzecznyymi przez grunty orne, a ich zatorfione obniżenia zajmują przede wszystkim łąki (fot. 16).

Na obszarze otaczających dolinę wysoczyzn i wyżyn dominuje użytkowanie rolnicze. Mniejszą część tych terenów zajmują lasy, które wraz z zaroślami najczęściej porastają wysokie i strome skarpy ograniczające dolinę.

Na obszarze równiny zalewowej, przede wszystkim na zawału dominuje zabudowa rozproszona. Większe tereny ze zwartą zabudową związane są z terasami nadzalewowymi, wysoczyznami i wyżynami. Miasta znajdujące się na badanym terenie to: Annopol, Solec nad Wisłą, Opole Lubelskie, Kazimierz Dolny, Janowiec, Puławy, Dęblin, Kozienice, Góra Kalwaria, Karczew, Konstancin-Jeziorna. W większości są to miasta o dużych walorach historycznych i kulturowych, z licznymi przykładami ciekawej architektury, pomnikami, miejscami pamięci narodowej (fot. 17, 18).

Tabela 4. Użytkowanie ziemi na obszarze badań

Typ użytkowania	Obszar badań		Międzywale		Równina zalewowa na zawalu		Równiny zalewowe (razem)		Terasy nadzalewowe		Wysoczyzny i wyżyny	
	pow. km <sup>2</sup>	udział %	pow. km <sup>2</sup>	udział %	pow. km <sup>2</sup>	udział %	pow. km <sup>2</sup>	udział %	pow. km <sup>2</sup>	udział %	pow. km <sup>2</sup>	udział %
lasy	578,31	28,05	31,55	12,68	19,84	3,62	51,39	6,44	420,20	47,51	106,72	28,09
zarośla	65,10	3,16	46,59	18,72	1,34	0,24	47,93	6,01	10,87	1,23	6,29	1,66
łąki i pastwiska	306,72	14,88	58,90	23,67	103,92	18,94	162,82	20,42	135,20	15,28	8,70	2,29
murawy, wrzosowiska	17,46	0,85	2,33	0,93	0,79	0,14	3,11	0,39	11,78	1,33	2,56	0,68
grunty orne	652,84	31,66	2,81	1,13	253,74	46,26	256,56	32,17	215,01	24,31	181,27	47,71
sady i ogrody	202,34	9,81	1,79	0,72	131,37	23,95	133,16	16,70	22,98	2,60	46,20	12,16
wody powierzchniowe, roślinność wodna i szuwar	138,03	6,69	104,16	41,86	18,28	3,33	122,44	15,35	14,68	1,66	0,91	0,24
inne (zabudowa, nieużytki)	101,15	4,91	0,73	0,29	19,29	3,52	20,01	2,51	53,82	6,08	27,31	7,19
suma	2061,93	100,00	248,85	100,00	548,57	100,00	797,42	100,00	884,55	100,00	379,97	100,00

Źródło: opracowanie własne wg numerycznej mapy roślinności – Matuszkiewicz J.M. red. 2005

Teren badań poprzecinany jest niezbyt gęstą siecią dróg (ok. 950 km dróg twardych). Na całym odcinku zlokalizowane są 2 mosty kolejowe: w Dęblinie i Górze Kalwarii oraz tylko 4 drogowe: w Annopolu, Puławach, Dęblinie i Górze Kalwarii. Ze względu na małą liczbę przepraw mostowych istnieje kilkanaście przepraw promowych o znaczeniu lokalnym, z których korzysta miejscowa ludność, gdy pozwalają na to warunki hydrologiczne. Do najważniejszych należą przeprawy w Ciszycy Przewozowej, Piotrowińskiej Kępie, Kłudziach (fot. 19), Kazimierzu Dolnym, Świerżach Górnych, Tarnowie, Podolu Starym. Transport wodny na Wiśle jest obecnie bardzo ograniczony. Żegluga pasażerska prowadzona jest w okolicach Kazimierza Dolnego. W niewielkim stopniu wykorzystuje się rzekę do transportu wydobywanego z koryta kruszywa (piasek, żwir) czy wydobywanych w kamieniołomach na odcinku przełomowym (fot. 20) opok i innych materiałów budowlanych (kamieniołomy w Annopolu, Piotrowinie, Kazimierzu, Nasiłowie) – Wolski i in. 1999.

Obszary typowo przemysłowe zlokalizowane są w okolicach Kozienic – elektrownia w Świerżach Górnych i pod Puławami – zakłady azotowe.

## 2.7. OCHRONA PRZYRODY I KRAJOBRAZU

Badany odcinek doliny Wisły odznacza się wyjątkowymi w skali Europy walorami przyrodniczymi i krajobrazowymi. Stanowi część najważniejszego w Polsce korytarza ekologicznego, łączącego wiele różnorodnych i cennych obszarów przyrodniczych oraz przeciwdziałającego ich fragmentacji (Gacka-Grzesikiewicz 1995).

Na analizowanym obszarze stwierdzono występowanie 24 typów siedlisk wskazanych do ochrony w załączniku I do *Dyrektywy Siedliskowej* (1992), a w polskim prawie w *Rozporządzeniu Ministra Środowiska* z dnia 16 maja 2005 r. (tab. 5). Zajmują łącznie blisko  $\frac{1}{4}$  powierzchni badanego terenu (23,2%).

Dolina Środkowej Wisły jest miejscem gniazdowania 153 chronionych gatunków ptaków, w tym 40 gatunków ptaków wodno-błotnych (Nowicki, Kot 1993; Grzywaczewski, Piskorski 1999). Dolina ma również ogromne znaczenie dla ptaków migrujących (Wojtak, Kołodziejczyk 1999). Ponadto stwierdzono występowanie 13 gatunków chronionych płazów i 8 gatunków gadów. W wodach Wisły bytują 43 gatunki ryb i minogów (*Koncepcja zrównoważonego...* 2003). Z terenami doliny związanych jest wiele gatunków ssaków m. in. bobry, wydry, łosie, jelenie, sarny, dziki i nietoperze (*Koncepcja programowo-...* 2001).

Tabela 5. Typy siedlisk przyrodniczych wymienionych w *Dyrektywie siedliskowej* (Natura 2000) występujące na obszarze badań

Lp.	Kod siedliska*	Nazwa siedliska
1	2330-1	wydmy śródlądowe z murawami szcztolichowymi (zw. <i>Corynepherion canescentis</i> , <i>Spergulo-vernalis-Corynephorum</i> )
2	3150-2	starorzeczka i drobne zbiorniki wodne ze zbiorowiskami ze zw. <i>Nympheion</i> , <i>Potamion</i>
3	3270-1	zalewane muliste brzegi rzek – naturalna roślinność zw. <i>Chenopodium fluviatile</i> , <i>Bidention tripartitae</i> , <i>Elatino-Eleocharition ovatae</i>
4	4030-1	wrzosowiska janowcowe (zw. <i>Calluno-Genistion</i> , <i>Calluno-Genistetum</i> )
5	4030-3	wrzosowiska mącznicowe (zw. <i>Calluno-Arctostaphyilion</i> , <i>Arctostaphylo-Callunetum</i> )
6	6120-1	ciepłolubne murawy napiaskowe (zw. <i>Koelerion glaucae</i> )
7	6210-3	kwietne murawy kserotermiczne (zw. <i>Cirsio-Brachypodium pinnati</i> )
8	6230-4	niżowe murawy bliźniczkowe (zw. <i>Violion caninae</i> ) – płyty bogate florystycznie
9	6410-1	zmiennowilgotne łąki olszewnikowo-trzęślicowe (zw. <i>Molinion caeruleae</i> , <i>Selino-Molinietum</i> )
10	6410-2	zmiennowilgotne łąki sitowo-trzęślicowe (zw. <i>Molinion caeruleae</i> , <i>Junco-Molinietum</i> )
11	6430-3	niżowe, nadrzeczne zbiorowiska okrajkowe (zw. <i>Senecion fluviatilis</i> , <i>Convolvulion sepium</i> )
12	6440-1	łąki fiołkowo-selernicowe (zw. <i>Cnidion dubii</i> , <i>Violo-Cnidietum dubii</i> )
13	6510-1	łąki rajgrasowe (owsicowe) (zw. <i>Arrhenatherion elatioris</i> , <i>Arrhenatheretum elatioris</i> )
14	6510-2	łąki wiechlinowo-kostrzewowe (zw. <i>Arrhenatherion elatioris</i> , zb. <i>Poa pratensis-Festuca rubra</i> )
15	7110-1	niżowe torfowiska wysokie (zw. <i>Sphagnion magellanicum</i> )
16	9170-2	grąd subkontynentalny (zw. <i>Carpinion</i> , <i>Tilio-Carpinetum</i> )
17	91E0-1	łęg wierzbowy wraz z wiklinami nadrzeczными (zw. <i>Salicion albae</i> , <i>Salicetum albae</i> , <i>Salicetum-triandro-viminalis</i> )
18	91D0-2	sosnowy bór bagienny (zw. <i>Dicrano-Pinion</i> , <i>Vaccinio uliginosi-Pinetum</i> )
19	91E0-2	łęg topolowy (zw. <i>Salicion albae</i> , <i>Populetum albae</i> )
20	91E0-3	niżowy łęg jesionowo-olszowy (zw. <i>Alno-Ulmion</i> , <i>Fraxino-Alnetum</i> )
21	91F0-1	łęg wiązowo-jesionowy typowy (zw. <i>Alno-Ulmion</i> , <i>Ficario-Ulmetum typicum</i> )
22	91F0-2	łęg wiązowo-jesionowy śledziennicowy (zw. <i>Alno-Ulmion</i> , <i>Ficario-Ulmetum chrysosplenietosum</i> )
23	91I0-1	światlista dąbrowa (zw. <i>Potentillo albae-Quercion petraeae</i> , <i>Potentillo albae-Quercetum</i> )
24	91T0-1	sosnowy bór chrobotkowy ( <i>Cladonio-Pinetum</i> i chrobotkowa <i>posta Peucedano-Pinetum</i> )

Źródło: opracowanie własne, \* kody siedlisk według klasyfikacji zamieszczonej w opracowaniu pod redakcją J. Herbicha (2004)

Walory faunistyczne i siedliskowe spowodowały, że znaczna część obszaru badań została objęta różnymi formami ochrony. Są to między innymi: fragmenty 5 parków krajobrazowych (Wrzelowiecki, Kazimierski, Kozienicki, Mazowiecki, Chojnowski), 18 rezerwatów przyrody (Borowiec, Krowia Wyspa, Skarpa Dobrska, Łęg na Kępie w Puławach, Czapliniec koło Gołębia, Torfy Orońskie, Olszyny, Czerwony Krzyż, Kopiec Kościuszki, Krępiec, Wymięklizna, Łachy Brzeskie, Wyspy Świderskie, Na Torfach, Łęgi Oborskie, Obory, Skarpa Oborska, Łyczyńskie Olszyny), kilka obszarów chronionego krajobrazu, pomniki przyrody, stanowiska dokumentacyjne przyrody nieożywionej, użytki ekologiczne i zespoły przyrodniczo-krajobrazowe. Planowane jest utworzenie kolejnych 3 parków krajobrazowych: parku Dolina Środkowej Wisły (*Koncepcja zrównoważonego...* 2003), Nadwiślańskiego Parku Krajobrazowego (Ćwikliński i in. 1995) oraz parku w rejonie Zawichost – Annapol – Józefów (Chmielewski 1999).

Znaczna część badanego obszaru została również włączona do sieci Natura 2000. Wyznaczono obszary specjalnej ochrony ptaków spełniające wymagania Dyrektywy Ptasiej (1979): Dolina Pilicy (PLB140003), Dolina Środkowej Wisły (PLB140004), Małopolski Przełom Wisły (PLB140006), Bagno Całowanie (PLB140011), Ostoja Kozienicka (PLB 140013) oraz specjalne obszary ochrony siedlisk spełniające wymagania Dyrektywy Siedliskowej (1992): Bagno Całowanie (PLH140001), Dolina Zwoleńki (PLH140006), Płaskowyż Nałęczowski (PLH060015), Przełom Wisły w Małopolsce (PLH 060045), Łąki Ostrówieckie (PLH 140050), Łękawica (PLH 140030), Dolina Dolnej Pilicy (PLH 140016), Podebłocie (PLH 140033), Bagna Orońskie (PLH 140023), Dolny Wieprz (PLH 060051), Puławy (PLH 060055), Opole Lubelskie (PLH 060054), Puszcza Kozienicka (PLH 140035), Dolina Kamiennej (PLH 260019) – <http://natura2000.gdos.gov.pl>.

### 3. MATERIAŁY, METODY I PROCEDURY BADAWCZE

#### 3.1. MATERIAŁY ŹRÓDŁOWE

Podstawowymi materiałami do analizy zróżnicowania roślinności były:

- barwne zdjęcia lotnicze w skali 1:26 000, wykonane w latach 1997–98, (tzw. zdjęcia PHARE) – (123 szt.),
- numeryczna mapa roślinności rzeczywistej i potencjalnej badanego obszaru, w skali 1:25 000 wykonana przez zespół Zakładu Geoeologii IGiPZ PAN na podstawie materiałów zebranych podczas kartowania terenowego w latach 1993–2001 (*Numeryczna mapa roślinności* Matuszkiewicz J.M. red. 2005),
- mapy topograficzne w skali 1:25 000 z lat 1980. (oprac. PPGiK) (36 arkuszy).

Materiałem do analizy charakterystyk siedliskowych były następujące mapy tematyczne:

- Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1:50 000 wraz ze szkicami geomorfologicznymi (oprac. PIG w Warszawie) (12 arkuszy),
- Mapa glebowo-rolnicza w skali 1:50 000 i 1:100 000 (oprac. IUNG w Puławach) (9 arkuszy),
- Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000 (oprac. PIG w Warszawie) (13 arkuszy),
- Mapy siedliskowe lasów w skali 1:25 000 (oprac. Okręgowe Zarządy Lasów Państwowych) (3 arkusze).

Źródłem danych o obszarze badań były również notatki z badań terenowych przeprowadzonych w latach 2004–2005 (lokalizacja i zasięg kompleksów roślinności, warunki siedliskowe, dokumentacja fotograficzna).

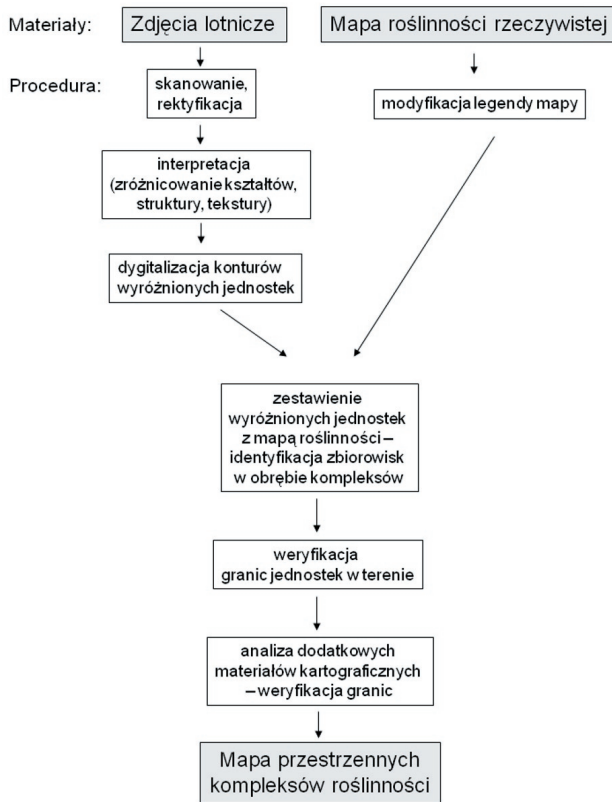
Poza materiałami kartograficznymi korzystano w pracy z danych pochodzących z opracowań i archiwum Hydroprojektu oraz IMGW:

- dane o przepływach, o określonym prawdopodobieństwie przewyższenia dla wybranych wodowskazów, przyjęto za wydawnictwem IMGW *Informator o przepływach charakterystycznych rzek polskich* (1990),
- wartości współczynnika szorstkości oraz rzędne zwierciadła wody odczytane z krzywych konsumpcyjnych zaczerpnięto z *Koncepcji programowo-przestrzennej zagospodarowania doliny i regulacji Wisły na odcinku puławskim...* (2001),
- rzędne dna dla przekrojów poprzecznych koryta na wybranym odcinku Wisły pochodzą z archiwum Hydroprojektu.



### 3.2. METODY I PROCEDURY WYRÓŻNIANIA, TYPIZACJI I CHARAKTERYSTYKI PRZESTRZENNYCH KOMPLEKSÓW ROŚLINNOŚCI

Przestrzenne kompleksy roślinności zostały wydzielone na podstawie analizy zdjęć lotniczych. Wcześniej zdjęcia zostały zeskanowane i zrektyfikowane za pomocą aplikacji ImageWarp, w programie ArcView 3.3. Na tym podkładzie zdygitalizowano kontury wyróżnionych jednostek. W pierwszym etapie jednostki wydzielano na podstawie kryteriów fizjonomicznych: zróżnicowania kształtów, struktury i tekstury (Ciołkosz i in. 1999; Herbich 2001).



Ryc. 5. Procedura wyróżniania kompleksów roślinności  
Fig. 5. Procedure for marking out vegetation complexes

Następnie dokonano terenowej weryfikacji granic kompleksów (zgodności z obrazem fotograficznym) i identyfikacji typów tworzących je zbiorowisk. Przy określaniu typów zbiorowisk roślinnych wykorzystano numeryczną mapę roślinności rzeczywistej badanego obszaru (*Nume-*

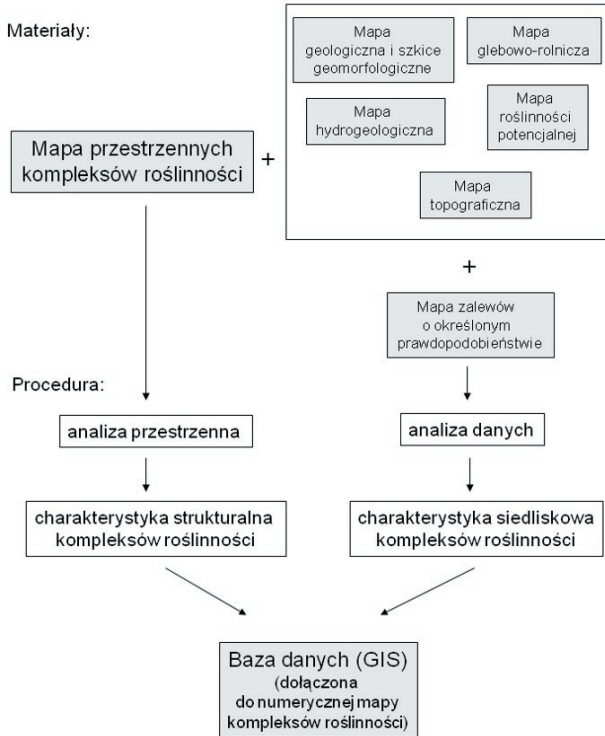
ryczna mapa roślinności Matuszkiewicz J.M. red. 2005). Dla potrzeb pracy zmodyfikowano legendę mapy, sporządzono klasyfikację jednostek i na tej podstawie część z nich połączono. W rezultacie do opisu jednostek kompleksowych wykorzystano legendę z 65 wydzieleniami (tab. 6. – w załączniku). Nazewnictwo syntaksonomicznych jednostek roślinności przyjęto za W. Matuszkiewiczem (2001). Do ustalenia ostatecznych granic kompleksów (głównie na obszarach poddanych dużej presji człowieka, gdzie naturalne granice zostały zatarte, np. na polach uprawnych) posłużyły także dane o zróżnicowaniu środowiska przyrodniczego pochodzące z map geologicznych, geomorfologicznych i topograficznych (ryc. 5).

W kolejnym etapie, na podstawie analizy map tematycznych, zestawionych z mapą kompleksów, scharakteryzowano wydzielone jednostki kompleksowe pod względem rodzaju podłoża, formy rzeźby, warunków hydrologicznych (głębokości wód podziemnych), roślinności potencjalnej oraz formy użytkowania. Wymienione charakterystyki znalazły się w bazie danych (GIS) dołączonej do mapy kompleksów roślinnych.

Dla typów kompleksów związanych z terenem międzywala określano dodatkowo możliwość wystąpienia zalewu o określonym prawdopodobieństwie przewyższenia. Wykorzystano do tego celu program obliczeniowy w języku FORTRAN IV, którego autorem jest prof. J. Kubrak. Zastosowana metoda obliczeń wykorzystuje wzór różnicowy wyprowadzony z równania Bernoulliego (*Koncepcja programowo-przestrzenna...* 2001). Obliczenia przeprowadzono dla wybranego odcinka Wisły od 372 km (Puławy) do 461,5 km (Gusin). Otrzymane rzędne zwierciadła wody były podstawą do wyznaczenia na mapach topograficznych w skali 1:25 000 linii przewidywanego zalewu – po analizie sytuacji topograficznej, przebiegu warstw, punktów wysokościowych itp. Następnie określono zasięg zalewów na mapie numerycznej kompleksów roślinności. Zasięg przestrzenny możliwych zalewów ograniczono do terenu międzywala, ze względu na bardzo małe prawdopodobieństwo wystąpienia wezbrania, które może doprowadzić do zniszczenia wałów czy przelania się wód wezbraniowych przez obwałowanie. Wysokość obwałowań jest na tym odcinku Wisły różna, ale według przepisów (*Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 20 kwietnia 2007 r. i wcześniejsze z 1996 r.*) określających warunki, jakim powinny odpowiadać obiekty budowlane gospodarki wodnej, są one przewidziane na przepływ o prawdopodobieństwie nie większym od 1%. Tak rzadkie wezbrania mają generalnie niewielkie znaczenie dla zbiorowisk roślinnych.

Właściwości programu ArcView 3.3 (rozszerzenia 1stTools i Patch Analyst) pozwoliły na scharakteryzowanie każdej jednostki kompleksowej pod względem wielkości powierzchni oraz średniego współczynnika kształtu (MSI – *mean shape index*) liczonego, jako stosunek rzeczywistego obwo-

du wydzielenia do obwodu kwadratu o danej powierzchni (Solon 2002)  
- ryc. 6.



Ryc. 6. Procedura charakterystyki kompleksów roślinności  
Fig. 6. Procedure for characteristics of vegetation complexes

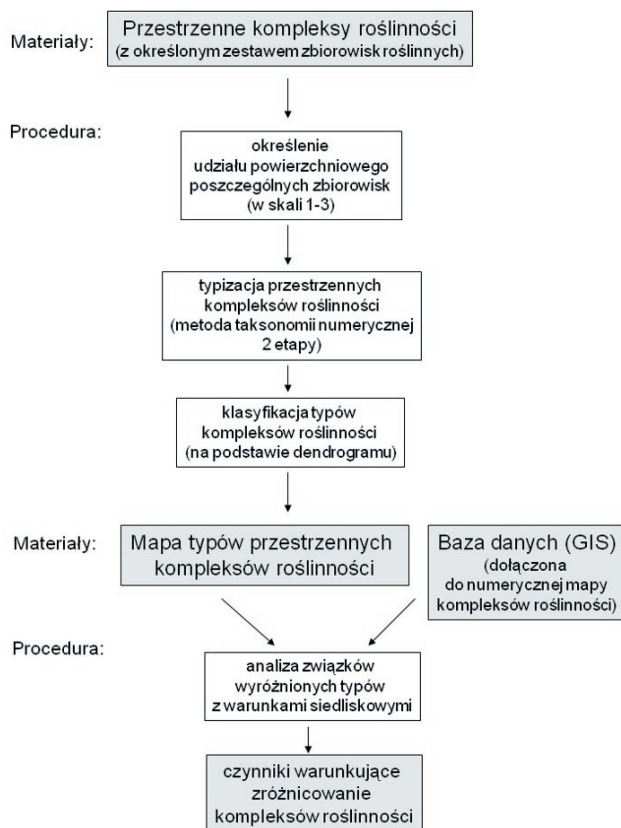
Typizacja przestrzennych kompleksów roślinności została przeprowadzona metodą taksonomii numerycznej. Udział poszczególnych zbiorowisk w wyróżnionych kompleksach roślinności został określony w skali trzystopniowej:

- 3 – zbiorowisko dominujące lub występujące samodzielnie (50–100% powierzchni),
- 2 – zbiorowisko współdominujące (25–50% powierzchni),
- 1 – zbiorowisko towarzyszące (<25% powierzchni).

Klasyfikacja zbiorowisk była prowadzona na poziomie trzech jednostek fitosocjologicznych: klasy, związku, zespołu (ew. podzespołu). Tak przygotowane dane były następnie wprowadzane do programu *Taksonomia numeryczna*, w którym przeprowadzono pierwszy etap grupowania

wyróżnionych jednostek. Zastosowano metodę PAM (*Partitioning Around Medoids*), która polega na znalezieniu  $k$  reprezentantów i rozdzieleniu pozostałych obiektów do reprezentantów według najmniejszej odległości obiektu do reprezentanta (Kolenda 2006).

Wykonano dwie klasyfikacje. W pierwszym przypadku brano pod uwagę tylko dane dotyczące klas fitosocjologicznych, w drugim wszystkie dane. Zgodnie z wymaganiami metody przyjęto podział na 22 grupy, co odpowiadało liczbie wydzielonych klas fitosocjologicznych i jednej dodatkowej. Po analizie i kompilacji grup wydzielonych w obu próbach wyróżniono 67 typów jednostek kompleksowych. W kolejnym etapie obliczono dla tych typów średnie wartości udziału poszczególnych zbiorowisk (w skali 0–3, 0 oznacza brak zbiorowiska) i przeprowadzono grupowanie tych jednostek metodą Warda (miara podobieństwa – odległość Euklidesowa) w programie Past (Hammer i in. 2001). Na podstawie otrzymanego dendrogramu powstała ostateczna klasyfikacja typów jednostek kompleksowych, pogrupowanych ze względu na istniejące między nimi podobieństwo. Na podstawie uzyskanej klasyfikacji sporządzono mapę typologiczną.



Ryc. 7. Procedura klasyfikacji kompleksów roślinności i charakterystyki otrzymanych typów kompleksów

Fig. 7. Procedure for classification of vegetation complexes and characteristics of complexes' types

W następnym etapie dokonano analizy statystycznej związków wyróżnionych typów kompleksów roślinnych z warunkami siedliskowymi. Wykorzystano w tym celu moduł Analiza korespondencji dostępny w programie STATISTICA 8. Otrzymane wykresy oraz tabele z poszczególnymi statystykami pozwoliły wykryć strukturę oraz ogólne prawidłowości w związkach między zmiennymi. Rozpatrywano również rolę człowieka w powstawaniu i przeobrażeniu kompleksów (wg klasyfikacji B. Falińskiego (1972), za Falińska 2004) – ryc. 7.

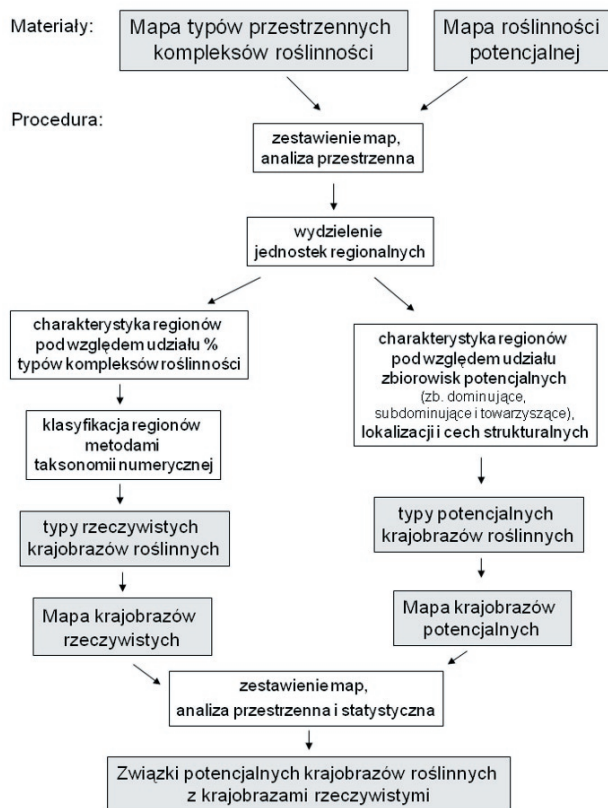
### 3.3. METODY I PROCEDURY WYRÓŻNIANIA ORAZ CHARAKTERYSTYKI POTENCJALNYCH I RZECZYWISTYCH KRAJOBRAZÓW ROŚLINNYCH

Analiza przestrzenna wyróżnionych jednostek kompleksowych wraz z analizą typów potencjalnej roślinności naturalnej pozwoliła na wydzielenie na mapie jednostek wyższych hierarchicznie – regionów odpowiadających jednostkom krajobrazów roślinnych (Matuszkiewicz J.M. 1993).

Regiony zostały scharakteryzowane pod względem zestawu potencjalnych zbiorowisk naturalnych z podziałem na zbiorowiska dominujące, subdominujące i towarzyszące. Analizowano także rozmieszczenie przestrzenne regionów (zależność od formy rzeźby). Na tej podstawie wydzielono i opisano typy potencjalnych krajobrazów roślinnych. Następnie każdy z regionów został scharakteryzowany poprzez udział powierzchniowy poszczególnych typów kompleksów roślinności rzeczywistej. Prowadzono również analizy zróżnicowania strukturalnego jednostek krajobrazowych (powierzchnia, kształt).

W kolejnym etapie, podobnie jak w przypadku jednostek kompleksowych, przeprowadzono grupowanie regionów (według udziału procentowego powierzchni poszczególnych typów kompleksów) metodą UPGMA – *unweighted pair-group average* (miara podobieństwa – odległość Euklidesowa) w programie Past. Uzyskany dendrogram posłużył do sporządzenia klasyfikacji krajobrazów roślinności rzeczywistej.

Sporządzono mapy wyróżnionych typów krajobrazów potencjalnych i rzeczywistych, których zestawienie pozwoliło na szczegółową analizę związków krajobrazów roślinności potencjalnej i roślinności rzeczywistej (ryc. 8).



Ryc. 8. Procedura wyróżniania i charakterystyki potencjalnych i rzeczywistych krajobrazów roślinnych

Fig. 8. Procedure for marking out and characteristics of potential and actual vegetation landscapes

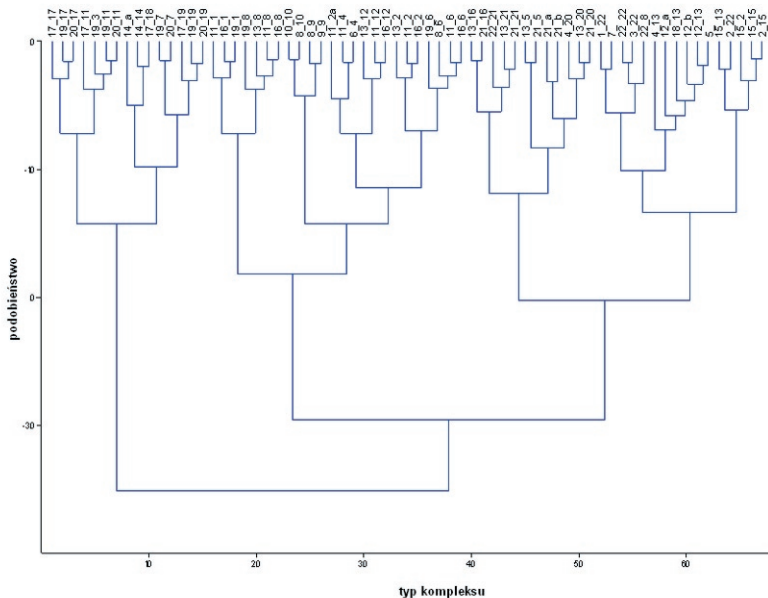


## 4. KOMPLEKSY ZBIOROWISK ROŚLINNYCH

### 4.1 CHARAKTERYSTYKA CECH STRUKTURALNYCH I TYPIZACJA KOMPLEKSÓW ROŚLINNOŚCI

W wyniku analizy zdjęć lotniczych, mapy roślinności rzeczywistej i terenowej weryfikacji wydzielen (wg procedury opisanej w rozdziale 3.2) wyróżniono na całym obszarze badań 3668 przestrzennych jednostek roślinności. Odnosząc to do mapy roślinności są to zarówno kompleksy drobnopowierzchniowych zbiorowisk roślinnych, jak i jednorodne fitocozozy.

Po przeprowadzeniu dwustopniowego grupowania wydziałonych jednostek kompleksowych (wg procedury opisanej w rozdziale 3.2) uzyskano dendrogram przedstawiony na rycinie 9 (tab. 7 – w załączniku).



Ryc. 9. Podobieństwo wyróżnionych typów kompleksów roślinności (kody jednostek z pierwszego etapu grupowania), objaśnienia kodów w tabeli 8

Fig. 9. Similarity of vegetation complexes types (units' codes from the first stage of clustering), codes' explanations in Table 8



Dendrogram posłużył do sporządzenia klasyfikacji wyróżnionych typów kompleksów roślinności (tab. 8 – w załączniku). Klasyfikacja jest czterostopniowa. 67 typów kompleksów roślinności dzieli się na 3 główne grupy odpowiadające kompleksom:

- polno-ruderalnym,
- łąkowo-szuwarowym z łągami nadrzecznymi,
- leśnym i innym.

W każdej grupie jest kilka podgrup, które dzielą się następnie na typy i podtypy. W grupie **kompleksów polno-ruderalnych** znalazły się podgrupy skupiające kompleksy:

- polne typowe (typy polne: dolinowe – Aa2 i polne pozadolinowe – Aa1) oraz
- ruderalne i polne ubogie (typy: polne ubogie – Ab1, sadownicze – Ab2, ruderalne – Ab3 i ziołorośli nawłoci – Ab4).

Grupa **kompleksów łąkowo-szuwarowych i łągów nadrzecznych** dzieli się na 4 podgrupy:

- łąk rajgrasowych (typy: łąk rajgrasowych ubogich – Ba1 i łąk rajgrasowych typowych – Ba2),
- łągów nadrzecznych (typy: łągów wierzbowo-topolowych – Bb1 i wiklin nadrzecznych – Bb2),
- łąk wilgotnych i szuwarów (typy: łąk trzęślicowych – Bc1, szuwarów – Bc2, łąk knieciowych – Bc3, pastwisk grzebieniowych – Bc4),
- łąk zalewnych – Bd1 (4 podtypy).

W ostatniej grupie, skupiającej **kompleksy leśne i inne**, wydzielono 6 podgrup:

- lasów grądowych (typy: grądy żyzne – Ca1, grądy ubogie – Ca2, lasy grądowe odkształcone – Ca3),
- różnych lasów liściastych (typy: łągów wiązowych – Cb1, dąbrów świetlistych – Cb3, łągów jesionowo-olszowych – Cb4, lasów liściastych odkształconych z zaroślami tarniny – Cb2),
- olsów – Cc1,
- borów sosnowych (typy: bory mieszane – Cd1, bory różne – Cd2, bory świeże – Cd3),
- lasów odkształconych szpilkowych (Ce1),
- „inne” z 6 odrębnymi typami: lasów liściastych odkształconych – Cf1, muraw piaskowych – Cf2, zbiorowisk poręb leśnych – Cf3, zarośli tarniny i berberysu z murawami stepowymi – Cf4, łąk torfowiskowych – Cf5 i wód bez makrofitów – Cf6.

Tabela 8 (w załączniku) przedstawia wyróżnione typy kompleksów wraz z opisem dominujących zbiorowisk roślinnych i różnych charakterystyk ilościowych.

Z zestawienia danych wynika, że ponad 47% powierzchni obszaru badań zajmują kompleksy zbiorowisk polno-ruderalnych. Kompleksy zbiorowisk leśnych zajmują ok. 28%, łąk, szuwarów i łągów nadrzecznych niecałe 19%, a inne ok. 5,5% powierzchni. Kompleksy polno-ruderalne są także najliczniejszą grupą. W dwóch pozostałych grupach liczba kompleksów jest podobna (tab. 8 – 5).

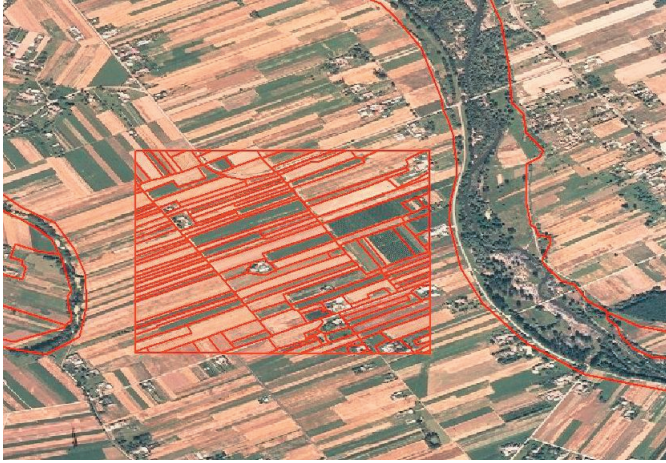
Średnia wielkość powierzchni wydzielenia dla wszystkich kompleksów wynosi 0,56 km<sup>2</sup> (odch. stand. 2,25). Najmniejsza jednostka ma powierzchnię 700 m<sup>2</sup>, a największa ponad 81 km<sup>2</sup>. Zdecydowanie dominują kompleksy małe. Ponad 89% ogólnej liczby jednostek (w ogromnej większości grup, podgrup, typów i podtypów) ma powierzchnię mniejszą od 1 km<sup>2</sup>. Wyróżniają się wśród nich poligony należące do typu borów świeżych (Cd3), w którym przeważają wydzielenia większe (tab. 8 – 8).

Największe zróżnicowanie pod względem wchodzących w ich skład zbiorowisk roślinnych (tab. 8 – 9) wykazują kompleksy:

- różne łąkowe i szuwarowe (B)
- leśne i zaroślowe głównie związane z siedliskami żyznymi i wilgotnymi (łągi – Bb, Cb4, olsy – Cc1, grądy – Ca, ciepłolubne zarośla – Cf4), a także borów mieszanych – Cd1.

Charakterystyczne jest również, że kompleksy łąkowo-szuwarowe tworzą zazwyczaj 2–3 zbiorowiska roślinne, rzadko są to jednorodne fitocenozy.

Duże zróżnicowanie pod względem typów zbiorowisk wykazują także kompleksy polne (dolinowe – Aa2 i pozadolinowe – Aa1), przede wszystkim z udziałem łąk, mimo to rzadko występują kompleksy polne złożone z więcej niż jednego typu zbiorowiska (najwięcej poligonów tworzy tylko jedno zbiorowisko). Jest to jednak pozorna jednorodność, ponieważ kompleksy polne składają się ze zróżnicowanych upraw (łąny), którym towarzyszą różne zbiorowiska drobnopowierzchniowe, a więc trudne do identyfikacji przy małej skali opracowania. Podział trzech przykładowych jednostek kompleksowych, z różnych części badanego odcinka doliny, na poziomie łąnów poszczególnych upraw, wykazał, że na 1 km<sup>2</sup> występuje średnio 120,48 wydzieleni, a suma długości ich granic wynosi 66,97 km (ryc. 10).



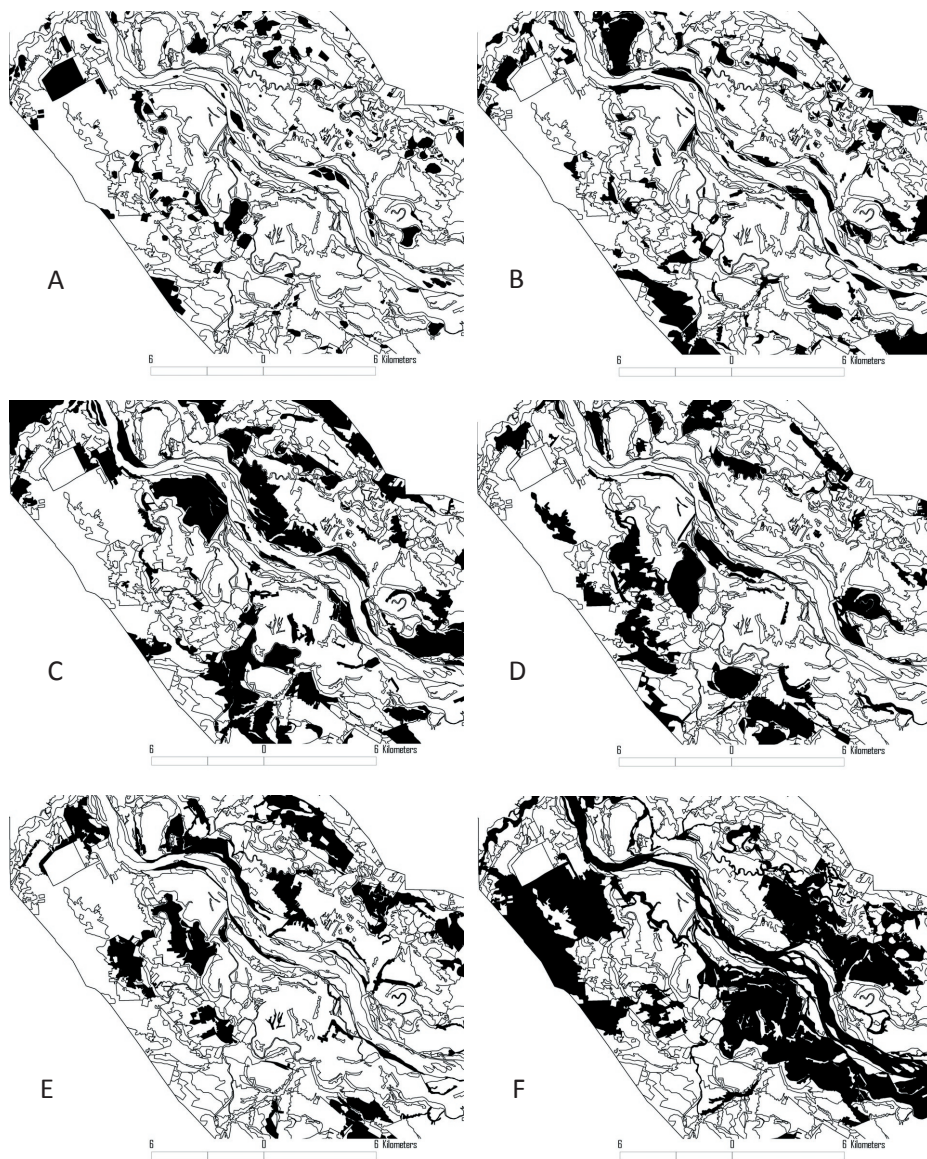
Ryc. 10. Fragment kompleksu zbiorowisk polnych dolinowych (czerwony prostokąt) – podział jednostki kompleksowej na poziome łąnów poszczególnych upraw

Fig. 10. A part of complex with segetal communities in the valley (red rectangle) – division of complex unit into single fields

Mniejsze zróżnicowanie występuje w kompleksach ze zbiorowiskami ruderalnymi, odkształconymi (lasy, poręby), na uboższych siedliskach.

Warto również zwrócić uwagę na kompleksy ze zbiorowiskami specyficznymi, występującymi wyłącznie w jednym typie lub mającymi w nim istotnie większy udział. W większości są to zbiorowiska należące do grupy siedlisk przyrodniczych podlegających ochronie (rozdział 2.7).

Zbiorowiska wskazane do ochrony zidentyfikowano w 29 typach (54 podtypach) wyróżnionych kompleksów roślinności. W 25% kompleksów dominują, w pozostałych pełnią rolę subdominanta lub ich udział jest niewielki. W grupie kompleksów roślinności z dominującym udziałem siedlisk podlegających ochronie znalazły się: kompleksy łąk, szuwarów i łągów nadrzecznych (B): łąk rajgrasowych (Ba1, Ba2), łągów wierzbowo-topolowych (Bb1), łąk zalewnych (Bd), a także kompleksy leśne: łągów jesionowo-olszowych (Cb4), lasów grądowych (Ca1, Ca2). Do tej grupy zaliczają się także kompleksy, które zajmują niewielką powierzchnię, ale ich trzonem jest siedlisko wskazane do ochrony – kompleksy: łąk trzęślicowych (Bc1), łągów wiązowych (Cb1), dąbrów świetlistych (Cb3).



Ryc. 11. Przestrzenne kompleksy roślinności o wartości średniego współczynnika kształtu (MSI) w zakresie: A. 0,91–1,32; B. 1,32–1,68; C. 1,68–2,11; D. 2,11–2,66; E. 2,66–3,43; F. 3,43–18,83

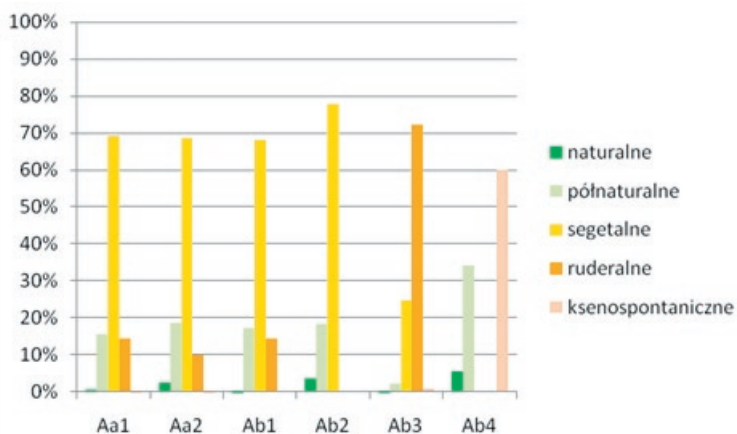
Fig. 11 Spatial vegetation complexes in mean shape index range: A. 0,91–1,32; B. 1,32–1,68; C. 1,68–2,11; D. 2,11–2,66; E. 2,66–3,43; F. 3,43–18,83

Dla każdej jednostki obliczono dodatkowo średni współczynnik kształtu (MSI). Na obszarze badań występuje najwięcej wydzieliń, o niskim średnim współczynniku kształtu, odpowiadających kompleksom o kształcie mniej lub bardziej zbliżonym do koła. Wydzieliń o wyższych wartościach tego współczynnika, odpowiadających kompleksom o kształtach wydłużonych i bardziej skomplikowanych konturach, jest odpowiednio mniej. Najwyższe wartości współczynnika mają kompleksy związane z obecnymi lub dawnymi ciekami oraz kompleksy związane z krawędziami doliny (ryc. 11). Średni współczynnik kształtu dla całego obszaru badań wynosi 1,84 (odch. stand. 0,86).

#### 4.2. CHARAKTERYSTYKA WARUNKÓW ŚRODOWISKA I WPLYWU ODDZIAŁYWAŃ ANTROPOGENICZNYCH NA KOMPLEKSY ROŚLINNOŚCI

##### KOMPLEKSY ZBIOROWISK POLNO-RUDERALNYCH

W tej grupie kompleksów wyróżniono 6 głównych typów, w których dominują zbiorowiska segetalne, a towarzyszą im zbiorowiska półnaturalne i ruderalne. Wyróżnia się typ ruderalnych ziołorośli nawłoci (Ab4) z panującymi zbiorowiskami ksenospontanicznymi, zbudowanymi głównie z gatunków obcych i dużym udziałem zbiorowisk półnaturalnych. Zbiorowiska naturalne są w tej grupie raczej rzadkie (ryc. 12).



Ryc. 12. Struktura kompleksów zbiorowisk polno-ruderalnych - udział procentowy typów zbiorowisk określonych wg syngenezy

Fig. 12. Structure of segetal and ruderal communities complexes – share in % of different syngenetic vegetation communities types

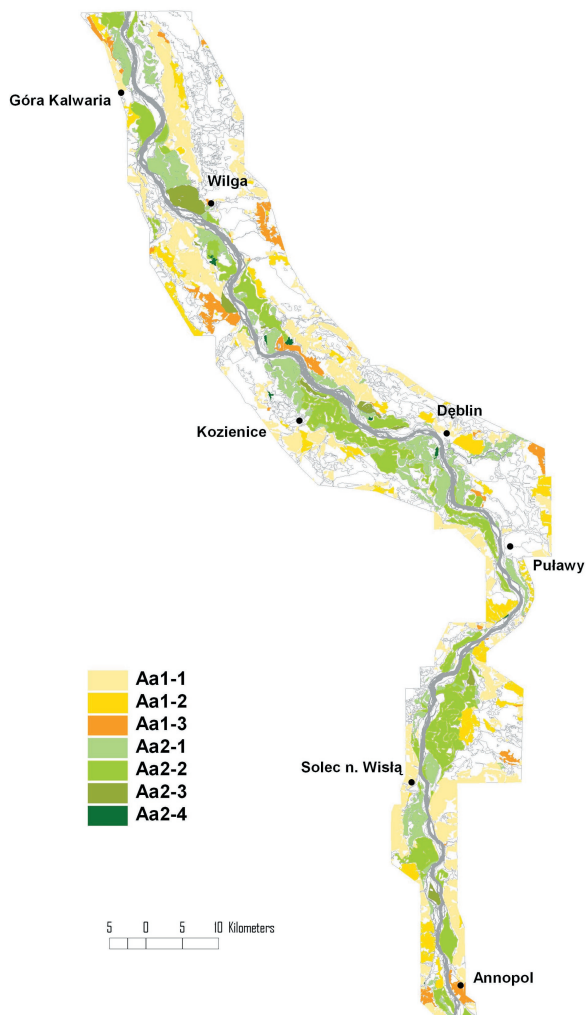
**Kompleksy zbiorowisk polnych pozadolinowych (Aa1)** tworzą przede wszystkim zbiorowiska jednorocznych chwastów upraw polnych na siedliskach zasobnych (podzwiązek *Aphanenion*) wraz ze zbiorowiskami towarzyszącymi, budowanymi przez byliny. W ich skład wchodzi także łąki świeże (związek *Arrhenatherion*), zróżnicowane w zależności od uprawy i koszone najczęściej 2 razy w roku. Niewielki udział mają także zbiorowiska zielne związane z sadami i ogrodami oraz zbiorowiska ruderalne o zróżnicowanym składzie i strukturze, związane z terenami osadniczymi, szlakami komunikacyjnymi itp. (klasa *Artemisietea*).

Kompleksy zbiorowisk polnych pozadolinowych zajmują głównie siedliska z podłożem gliniastym lub piaszczysto gliniastym (tab. 9 – w załączniku; ryc. 27). Przeważają gleby pseudobielicowe, piaszkowe i brunatne wylugowane. W przypadku kompleksów z udziałem łąk dość duży procent stanowią również mady. Poziom wód gruntowych zmienia się najczęściej od 0 do 5 m, choć zdarza się położenie na głębokości poniżej 50 m. Takie warunki odpowiadają przede wszystkim siedliskom lasów grądowych (*Tilio-Carpinetum*), w mniejszym stopniu dąbrów świetlistych (*Potentillio albae-Quercetum*) i borów mieszanych (*Quercu-Pinetum*). Kompleksy te występują zwykle na obszarze wyżyn i wysoczyzn oraz teras nadzalewowych (przede wszystkim podtyp z łąkami) na całym badanym obszarze (ryc. 13). Są ściśle związane z działalnością rolniczą człowieka i zależą od rodzaju upraw (polnych i łąkowych) oraz prowadzonych zabiegów agrotechnicznych. Na kompleksy podtypu Aa1–3 (zbiorowiska ruderalne) poza działalnością rolniczą wpływa rozwój osadnictwa, szlaków komunikacyjnych.

**Kompleksy zbiorowisk polnych dolinowych (Aa2)** skupiają zróżnicowane zbiorowiska chwastów jednorocznych na siedliskach zasobnych w dolinie, do których należą zbiorowiska skrytka polnego w uprawach zbożowych (podzwiązek *Aphanenion*) i komosy wielonasiennej w uprawach roślin okopowych (*Oxalido-Chenopodietum*) oraz zbiorowiska bylin w miejscach nieuprawianych. Towarzyszą im zbiorowiska dwukośnych łąk rajgrasowych o zróżnicowanym składzie gatunkowym. Niewielki udział mają także zbiorowiska roślin jednorocznych lub wieloletnich, towarzyszących sadom i ogrodom oraz zbiorowiska ruderalne związane z terenami osadniczymi i szlakami komunikacyjnymi. W jednym z podtypów (Aa2–3) do dominujących zbiorowisk upraw polnych dołączyły stale wypasane zbiorowiska roślinności trawiasto-zielnej z grzebienicą pospolitą (związek *Cynosurion*).

Kompleksy zbiorowisk polnych dolinowych występują głównie na mdach (piaszczystych i pylasto-piaszczystych) na wyższej części równiny zalewowej, na całym badanym odcinku (ryc. 13). Poziom wód gruntowych zmienia się tu do 5 m. Kompleksy związane są z siedliskami łągów jesio-

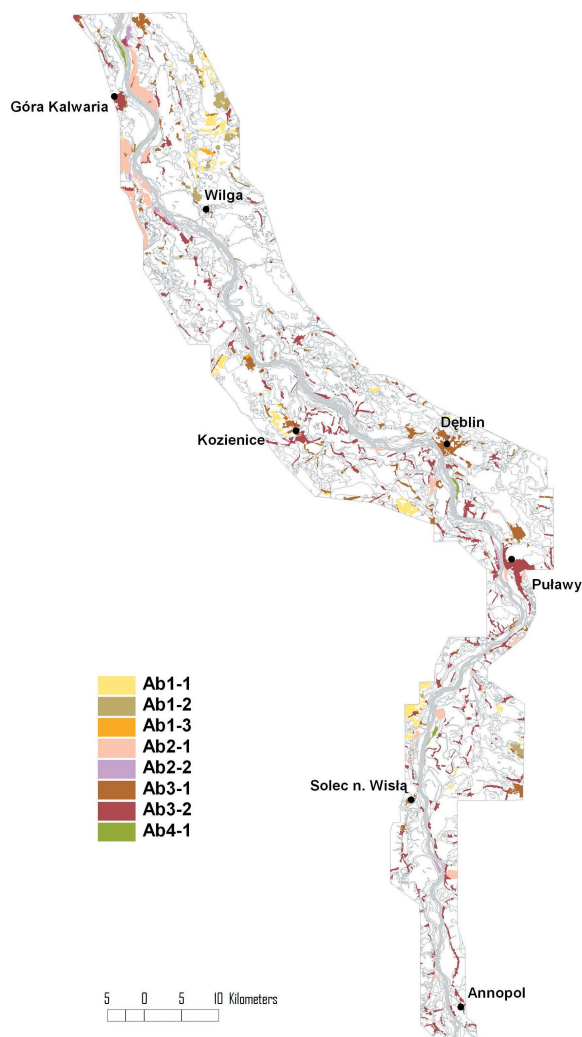
nowo-wiązowych (*Ficario-Ulmetum*) i w niewielkim stopniu łągów wierzbowo-topolowych (*Salici-Populetum*). Na ich formowanie wpływają różne działania antropogeniczne związane z rodzajem prowadzonych upraw i stosowanymi zabiegami agrotechnicznymi, hodowlą zwierząt (Aa2–3) oraz rozwojem osadnictwa i szlaków komunikacyjnych (Aa2–4).



Ryc. 13. Kompleksy zbiorowisk polnych pozadolinowych (Aa1) i dolinowych (Aa2); szczegółowe objaśnienia legendy w tabeli 8

Fig. 13. Complexes of segetal communities on the floodplain (Aa2) and outside the floodplain (Aa1); detailed legend explanations in table 8

**Kompleksy zbiorowisk polnych ubogich (Ab1)** tworzą zróżnicowane zbiorowiska chwastów jednorocznych upraw zbożowych i okopowych, na siedliskach ubogich (podzwiązek *Arnoseridenion*) wraz ze zbiorowiskami bylin w miejscach nieuprawianych. Związane są z nimi także zbiorowiska dwukośnych łąk rajgrasowych ubogich z gatunkami z muraw piaskowych i zbiorowiska ruderalne związane z terenami osadniczymi i szlakami komunikacyjnymi.



Ryc. 14. Kompleksy zbiorowisk polnych ubogich (Ab1), sadownicze (Ab2), zbiorowisk ruderalnych (Ab3), ziołorośli nawłoci (Ab4); szczegółowe objaśnienia legendy w tabeli 8

Fig. 14. Complexes of poor segetal communities (Ab1), orchards (Ab2), ruderal communities (Ab3) and *Solidago* tall herbs (Ab4); detailed legend explanations in table 8



Kompleksy zbiorowisk polnych ubogich występują na podłożu piaszczystym – piasków rzecznych i eolicznych, z glebami piaskowymi i murszowo-mineralnymi. Poziom wód gruntowych waha się na głębokości 0–50 m, z przewagą 0–5 m. Są to siedliska borów mieszanych (w Ab1–2 prawie wyłącznie, w Ab1–3 przede wszystkim borów mieszanych wilgotnych) lub lasów grądowych na terasach nadzalewowych (przede wszystkim w północnej części badanego terenu), wysoczyznach i wyżynach (Ab1–3 tylko na terasie nadzalewowej) (ryc. 14). Kompleksy te są ściśle związane z rolniczą działalnością człowieka – rodzajem upraw (polnych i łąkowych), stosowanymi zabiegami agrotechnicznymi, a w przypadku kompleksów podtypu Ab1–3 również rozwojem osadnictwa i szlaków komunikacyjnych.

W **kompleksach sadowniczych** (Ab2) występują przede wszystkim zróżnicowane zbiorowiska zielne, towarzyszące uprawom krzewów i drzew owocowych lub uprawom ogrodowym; dodatkowo pojawiają się zbiorowiska zielno-trawiaste łąk i pastwisk zalewnych (*Agropyro-Rumicion*, *Cnidion dubii* i inne) oraz upraw polnych.

W podłożu kompleksów sadowniczych przeważają mady. Poziom wód gruntowych jest zróżnicowany od 0 do ponad 50 m, z przewagą 0–5 m. Kompleksy tego typu występują na siedliskach lasów grądowych, łągów wierzbowo-topolowych i łągów jesionowo-wiązowych, w mniejszy stopniu także dąbrów świetlistych. Zajmują one równinę zalewową oraz wysoczyzny i wyżyny. Duże ich skupisko obserwujemy pod Warszawą, w okolicach Góry Kalwarii (ryc. 14). Dominują siedliska łągów jesionowo-wiązowych z małym udziałem łągów wierzbowo-topolowych. Oba kompleksy formowane są przez działalność człowieka związaną z prowadzeniem upraw (sadowniczych, łąkowych) i hodowlą zwierząt.

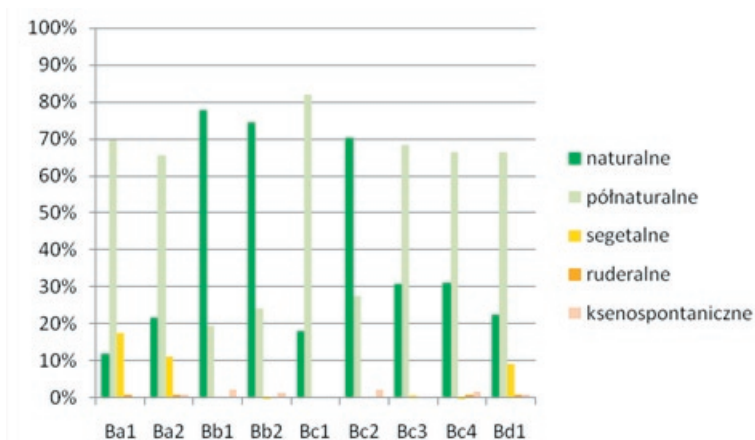
**Kompleksy zbiorowisk ruderalnych** (Ab3) tworzą głównie zróżnicowane zbiorowiska roślin dwuletnich lub bylin związane z terenami osadniczymi i szlakami komunikacyjnymi, a także nieużytkami, składowiskami, wysypiskami itp. Znaczący udział mają również zbiorowiska zielne związane z uprawami sadowniczymi.

Występują one przede wszystkim na podłożu piaszczystym, a także na madach (tab. 9 – w załączniku; ryc. 27). Poziom wód gruntowych waha się od 0 do ponad 50 m z przewagą w zakresie 0–5 m. Związane są z siedliskami lasów grądowych, borów mieszanych, a także łągów jesionowo-wiązowych (przede wszystkim Ab3–2). Występują na całym obszarze badań z dominacją na terasie nadzalewowej, wysoczyznach i wyżynach (ryc. 14). Kompleksy typu Ab3–1 łączą się przede wszystkim z obszarami z zabudową zwartą i przemysłowymi, natomiast kompleksy Ab3–2 częściej występują przy zabudowie rozproszonej.

W kompleksach zbiorowisk ruderalnych – ziołorośli nawłoci (Ab4) dominują wysokie i zwarte ziołorośla bylin (głównie amerykańskich gatunków nawłoci) z pnączami (*Rudbeckio-Solidaginetum*). Towarzyszą im zróżnicowane zbiorowiska zielno-trawiaste łąk i pastwisk zalewnych. Występują na madach niższej terasy, z wysokim poziomem wód gruntowych (do 5 m), na siedliskach łągu wierzbowo-topolowego, w strefie potencjalnych zalewów (ryc. 14). Powstanie kompleksów tego typu wiąże się z zaprzestaniem użytkowania łąkowo-pastwiskowego lub usuwaniem lasów.

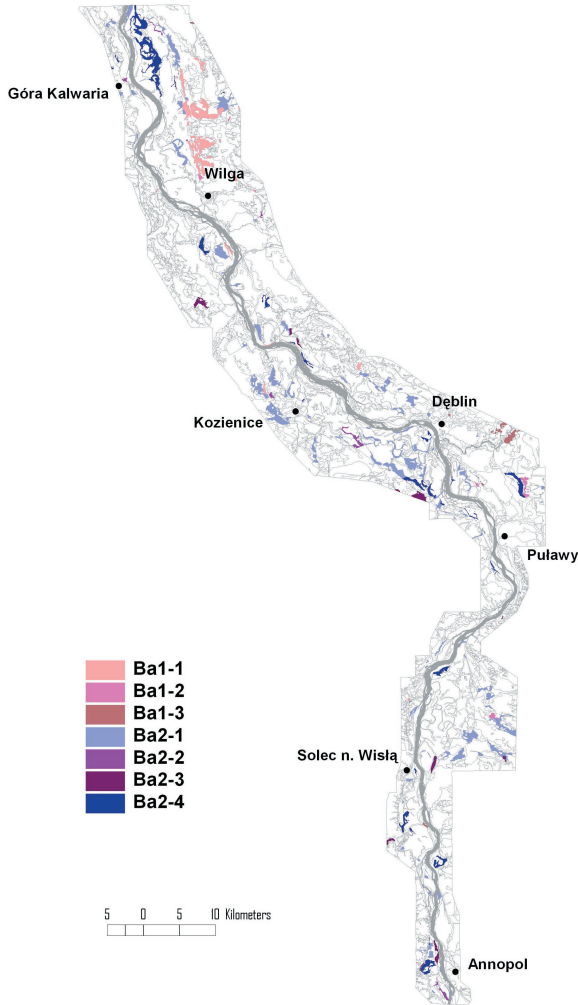
#### KOMPLEKSY ZBIOROWISK ŁĄKOWO-SZUWAROWYCH Z ŁĘGAMI NADRZECZNYMI

W tej grupie, podzielonej na 9 głównych typów, zdecydowanie przeważają zbiorowiska półnaturalne i naturalne. Zbiorowiska synantropijne i ksenospontaniczne odgrywają znacznie mniejszą rolę (ryc. 15).



Ryc. 15. Struktura kompleksów zbiorowisk łąkowo-szuwarowych z łągami nadrzecznymi – udział procentowy typów zbiorowisk określonych wg syngenezy  
Fig. 15. Structure of grasslands, rushes and alluvial forest communities complexes – share in % of different syngenetic vegetation communities types

**Kompleksy łąk rajgrasowych ubogich** (Ba1) tworzą przede wszystkim zbiorowiska dwukośnych łąk rajgrasowych ubogich (związek *Arrhenatherion*) z gatunkami muraw piaskowych. Towarzyszą im zbiorowiska upraw polnych oraz zbiorowiska jedno lub dwulettnich roślin na ugorach porolnych, zbiorowiska łąk turzycowych (klasa *Scheuchzerio-Caricetea nigrae*) i szuwarów właściwych z trzcina, pałkami, tatarakiem i innymi gatunkami (związek *Phragmition*).



Ryc. 16. Kompleksy łąk rajgrasowych ubogich (Ba1) i typowych (Ba2); szczegółowe objaśnienia legendy w tabeli 8

Fig. 16. Complexes of poor (Ba1) and typical (Ba2) *Arrhenatherum elatius* meadows; detailed legend explanations in table 8

Występują na podłożu zbudowanym z namulów piaszczystych, piasków rzecznych, a także mad, z wysokim poziomem wód gruntowych (0–5 m). Dominują gleby murszowo-mineralne, mady i czarne ziemie. W przypadku kompleksów podtypów Ba1–1 i Ba1–2 są to siedliska borów mieszanych i łąk (przede wszystkim ubogich), rzadziej różnych łąk na terasach nadzalewowych, w obniżeniach dolin i innych terenach bezodpływowych, a kompleksy podtypu Ba1–3 związane są z siedliskami lasów łąkowych i łąk jesionowo-olszowych (*Fraxino-Alnetum*) oraz wierzbowo-topolo-

wych na równinie zalewowej (poza strefą corocznych zalewów) i terasach nadzalewowych, na całym badanym obszarze (ryc. 16). Utrzymywane są przez gospodarzkę człowieka – mniej lub bardziej intensywne koszenie łąk, prowadzenie lub zaprzestanie upraw polnych.

**Kompleksy łąk rajgrasowych typowych** (Ba2) tworzą bogate florystycznie zbiorowiska dwukośnych łąk rajgrasowych. W ich składzie znalazły się również zbiorowiska łągów jesionowo-wiązowych i jesionowo-olszowych, zbiorowiska polne oraz zbiorowiska szuwarów i łąk knieciowych (związek *Calthion*).

W podłożu najczęściej spotyka się namuły piaszczyste i mady, rzadziej torfy z wysokim poziomem wód gruntowych. Tworzą się na nich mady, gleby torfowe, mułowo-torfowe, murszowo-mineralne. Są to siedliska łągów jesionowo-wiązowych, jesionowo-olszowych oraz lasów grądowych (bez Ba2–4) i borów mieszanych (tylko Ba2–3). Występują na całym obszarze badań, najczęściej w wypełnionych namułami piaszczystymi obniżeniach dolin dawnych cieków na równinie zalewowej i w obniżeniach wypełnionych torfem, rzadziej na terasie nadzalewowej (tylko Ba2–2 i Ba2–3) i wysoczyznach (tylko Ba2–2) – ryc. 16. Utrzymywane są przez gospodarzkę rolną człowieka – koszenie i częściowo wypasanie, różne zabiegi agrotechniczne na polach. Lasy nie są użytkowane gospodarczo lub użytkowane ekstensywnie.

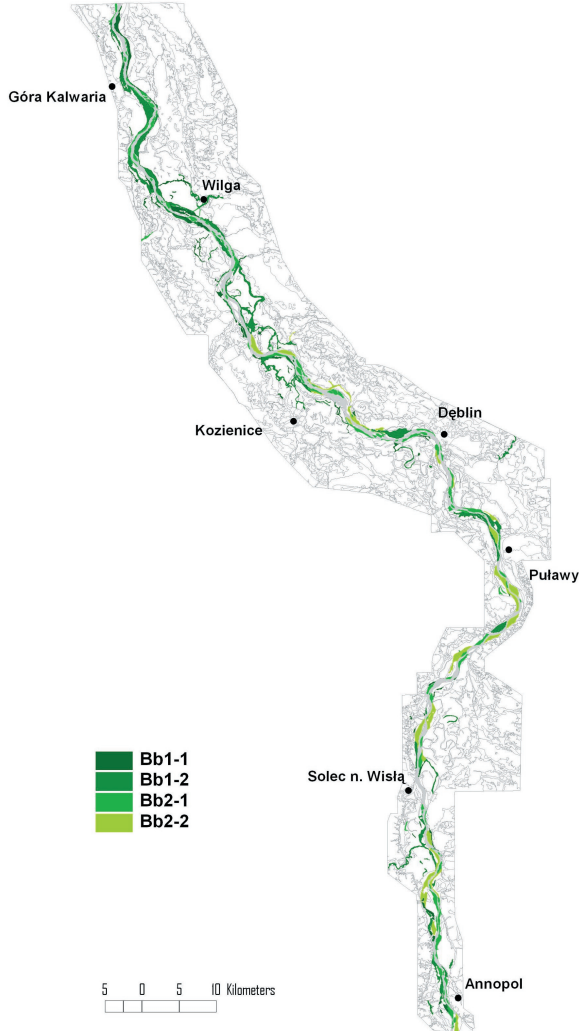
W skład **kompleksów łągów wierzbowo-topolowych** (Bb1) wchodzi zbiorowiska lasów wierzbowo-topolowych z bujną warstwą krzewów i ziołoroślowym runem. Towarzyszą im zbiorowiska łąk zalewnych, pastwisk grzebienicowych oraz wiklin (*Salicetum triandro-viminalis*).

Podłoże tworzą głównie mady z wysokim poziomem wód gruntowych (maksymalna głębokość 5 m). Występują na równinie zalewowej w zasięgu corocznych zalewów oraz w obniżeniach dolin (w sąsiedztwie starorzeczy) i na wyspach w nurcie rzek, na całym badanym odcinku doliny, ale przeważają w części północnej (ryc. 17). Użytkowane są raczej ekstensywnie (wypas, koszenie), choć podlegają okresowym wycinkom związanym z zabezpieczeniem przeciwpowodziowym w międzywalu.

Na **kompleksy wiklin nadrzecznych** (Bb2) składają się zarośla wiklin nadrzecznych – krzewiastych wierzb wąskolistnych oraz młodych wierzb drzewiastych z runem ziołoroślowym oraz zbiorowiska łąk zalewnych i pastwisk grzebienicowych. Na odsypach piaszczystych i łąkach pojawiają się także zbiorowiska terofitów (klasa *Bidentetea*).

Podłoże budują przede wszystkim piaski i mady z wysokim poziomem wód gruntowych (0–5 m). Są to siedliska łągów wierzbowo-topolowych na wyspach w nurcie rzeki oraz na niskim poziomie równiny zalewowej, w za-

sięgu corocznych zalewów. Występują na całym obszarze badań, a przeważają w części południowej (ryc. 17). Utrzymywane przez okresowe wycinanie krzewów i młodych drzew ze względu na formowanie koryta wielkich wód w międzywalu. Pastwiska i łąki są koszone i wypasane, a zbiorowiska terofitów mają charakter naturalny.



Ryc. 17. Kompleksy łąg wierzbowo-topolowych (Bb1) i wiklin nadrzecznych (Bb2); szczegółowe objaśnienia legendy w tabeli 8

Fig. 17. Complexes of willow-poplar alluvial forest (Bb1) and willow shrubs (Bb2); detailed legend explanations in table 8

**W kompleksach łąk trzęślicowych z udziałem psiar i szuwarów (Bc1)** największą rolę odgrywają bogate florystycznie łąki trzęślicowe (związek *Molinion*) oraz szuwary i trwałe pastwiska typu psiar z dominacją trawy bliźniczki (rząd *Nardetalia*).

Występują na podłożu zbudowanym z torfów i namulów torfiastych oraz na piaskach rzecznych z wysokim poziomem wód gruntowych (0–2 m). Związane są z glebami torfowymi, murszowo-mineralnymi, mady, a także glebami brunatnymi wyługowanymi. Zajmują siedliska łągów jesionowo-olszowych i lasów grądowych na terasach nadzalewowych oraz równinach torfowych. Na obszarze badań kompleksy tego typu występują tylko w jednym rejonie, na północny wschód od Dębłina (ryc. 18). Łąki utrzymywane są przez użytkowanie ekstensywne, bez nawożenia, z koszeniem zwykle raz do roku.

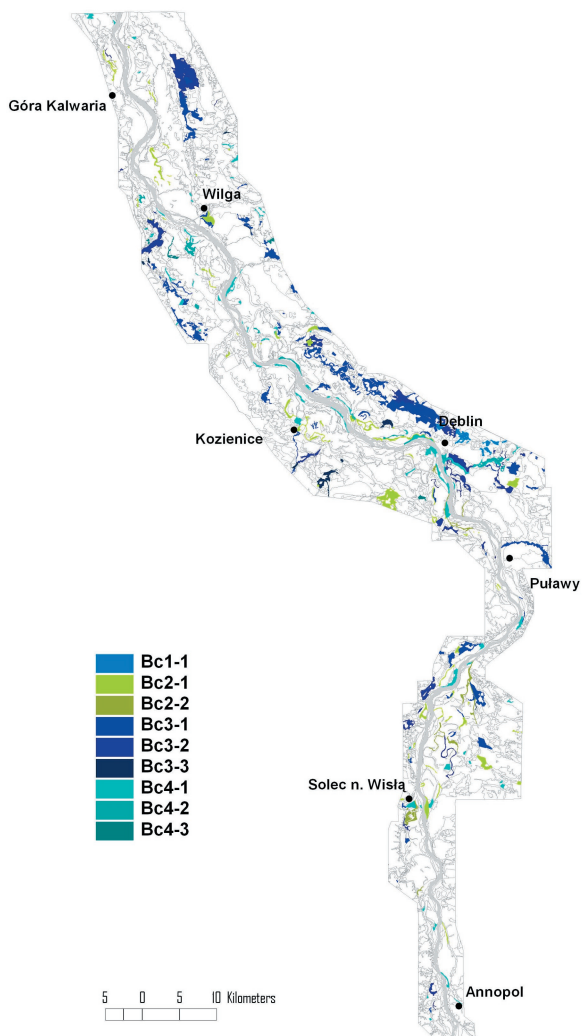
**Kompleksy zbiorowisk szuwarowych (Bc2)** tworzą zbiorowiska szuwarów właściwych z trzcinami, pałkami, tatarakiem i innymi gatunkami (związek *Phragmition*) oraz szuwarów turzycowych z gatunkami turzyc średnich i wysokich (związek *Magnocaricion*). Pojawiają się również różne zbiorowiska trawiaste: łąki knieciowe, rajgrasowe, a także łąki i pastwiska zalewne.

Występują na brzegach zbiorników wodnych oraz w podtopionych zagłębieniach na podłożu mineralnym (namuły piaszczyste) i torfowym. Są to siedliska olsów (*Ribeso nigri-Alnetum*) (tylko Bc2–1), łągów jesionowo-olszowych, wierzbowo-topolowych i jesionowo-wiązowych (tylko Bc2–2). Można je znaleźć we wszystkich częściach obszaru badań, głównie w obniżeniach dolin i na równinach torfowych oraz równinie zalewowej (szczególnie Bc2–2) (ryc. 18). Szuwary mają zwykle charakter naturalny lub częściowo przekształcony przez ekstensywne użytkowanie (koszenie). Zbiorowiska łąkowe są utrzymywane przez mniej lub bardziej intensywne koszenie i wypasanie.

**Kompleksy łąk knieciowych (Bc3)** charakteryzują się największym udziałem zbiorowisk wilgotnych łąk knieciowych (*Calthion*), a także obecnością łąk rajgrasowych (*Arrhenatherion*) i ziołorośli z dominacją wiałówki (*Filipendulo-Petasition*). Towarzyszą im również zbiorowiska szuwarów właściwych i turzycowych oraz łągi jesionowo-olszowe.

Podłoże budują namuły torfiaste, torfy i namuły piaszczyste, w mniejszym stopniu mady oraz piaski rzeczne. Dominują gleby torfowe, występują też mady, gleby murszowo-mineralne i czarne ziemie. Poziom wód gruntowych jest zazwyczaj wysoki (0–5 m). Są to przede wszystkim siedliska łągów jesionowo-olszowych a także łągów wierzbowo-topolowych, olsów i łągów jesionowo-wiązowych (Bc3–2), w pobliżu cieków, w obniżeniach

dolin, na równinach torfowych i wyższych poziomach równiny zalewowej. Występują na całym badanym obszarze z przewagą w części północnej (ryc. 18). Łąki utrzymywane są przez gospodarkę człowieka – koszenie (2 razy w roku), niekiedy wypasanie. Lasy użytkowane są ekstensywnie.



Ryc. 18. Kompleksy łąk wilgotnych i szuwarów: łąk trzęślicowych z udziałem psiar i szuwarów (Bc1), zbiorowisk szuwarowych (Bc2), łąk knieciowych (Bc3), pastwisk grzebieniowych (Bc4); szczegółowe objaśnienia legendy w tabeli 8

Fig. 18. Complexes of moist meadows and rushes: Molinia meadows with Nardus pastures (Bc1), rushes (Bc2), Caltha meadows (Bc3), Cynosurus pastures (Bc4); detailed legend explanations in table 8

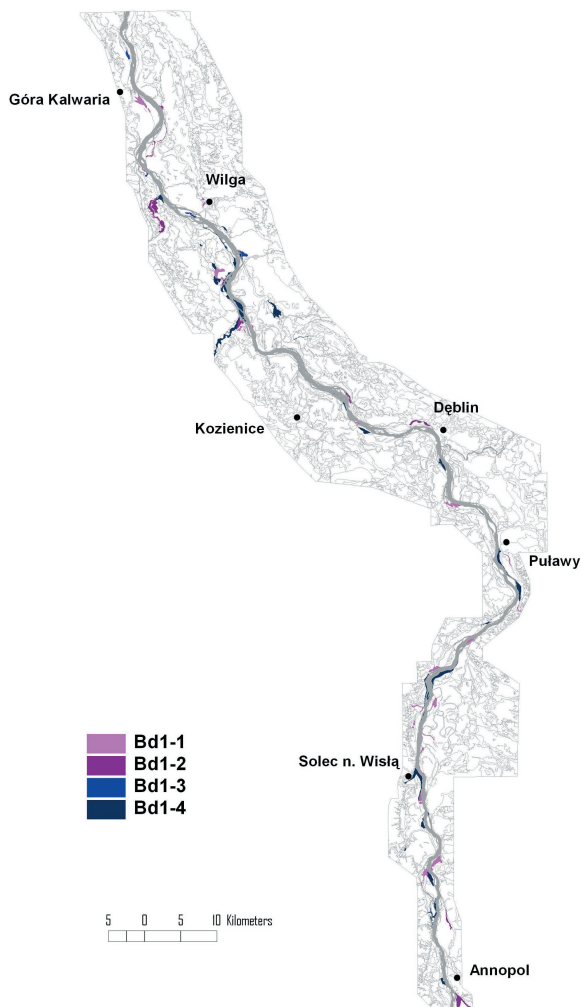
**Kompleksy pastwisk grzebieniowych (Bc4)** tworzą zbiorowiska pastwisk grzebieniowych (*Cynosurion*) z dodatkiem łąk i pastwisk zalewnych. W ich skład wchodzi także szuwały właściwe i turzycowe oraz lasy jesionowo-olszowe.

W podłożu występują przede wszystkim mady oraz piaski rzeczne. We wszystkich kompleksach poziom wód gruntowych jest wysoki (0–5 m). Tworzą się na nich gleby różnego typu, ale dominują mady. Są to siedliska łągów wierzbowo-topolowych, łągów jesionowo-wiązowych i jesionowo-olszowych, a w kompleksach Bc4-3 również lasów grądowych, głównie na równinie zalewowej (również w strefie potencjalnych corocznych zalewów) i w obniżeniach dolin, na całym badanym terenie (ryc. 18). Utrzymywane są przez gospodarkę człowieka – wypas zwierząt hodowlanych. Zbiorowiska szuwarów mają zwykle charakter naturalny, a lasy są użytkowane ekstensywnie.

**Kompleksy łąk zalewnych (Bd1)** budują zróżnicowane zbiorowiska zielno-trawiaste łąk zalewnych i pastwisk. Znaczącą rolę odgrywają także zbiorowiska szuwarów właściwych, polne i sady, inne zbiorowiska łąkowe oraz lasy i zarośla wierzbowe.

W podłożu występują głównie mady z wysokim poziomem wód gruntowych (0–5 m). Są to siedliska łągów wierzbowo-topolowych na niższych poziomach równiny zalewowej (w zasięgu corocznych zalewów) i w obniżeniach dolin. Rozpowszechnione są one na całym badanym terenie (ryc. 19). Utrzymywane są przez ekstensywną gospodarkę człowieka – koszenie i wypas zwierząt hodowlanych, prowadzenie upraw polnych i sadowniczych, i związane z nimi zabiegi oraz wycinkę krzewów i drzew w międzywalu.



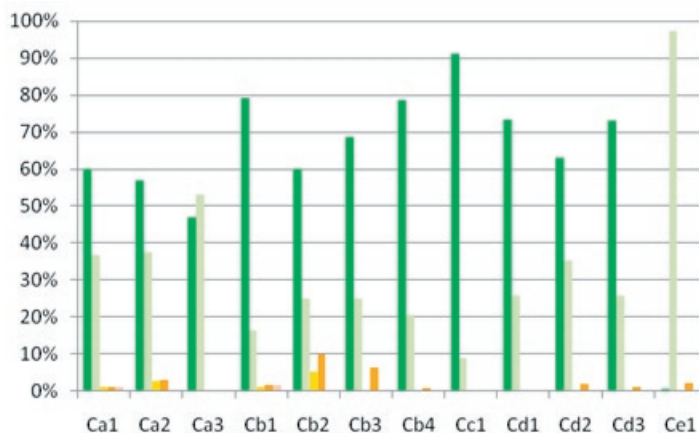


Ryc. 19. Kompleksy łąk zalewnych (Bd1); szczegółowe objaśnienia legendy w tabeli 8

Fig. 19. Complexes of floodplain meadows (Bd1); detailed legend explanations in table 8

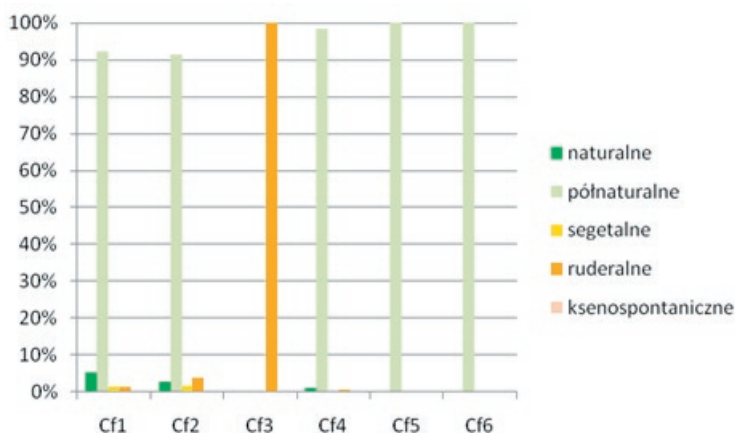
#### KOMPLEKSY ZBIOROWISK LEŚNYCH I INNYCH

Tę grupę tworzy 18 typów kompleksów różnych zbiorowisk leśnych i nieleśnych. Kompleksy leśne obejmują przede wszystkim zbiorowiska naturalne, choć duży udział mają także zbiorowiska zastępcze o różnym stopniu odkształcenia wynikającego z prowadzonej gospodarki leśnej i innych oddziaływań antropogenicznych (ryc. 20). W skład pozostałych kompleksów wchodzi w głównej mierze zbiorowiska półnaturalne lub ruderalne (Cf3) – ryc. 21.



Ryc. 20. Struktura kompleksów zbiorowisk leśnych – udział procentowy typów zbiorowisk określonych wg syngenezy

Fig. 20. Structure of forest communities complexes – share in % of different syngenetic vegetation communities types

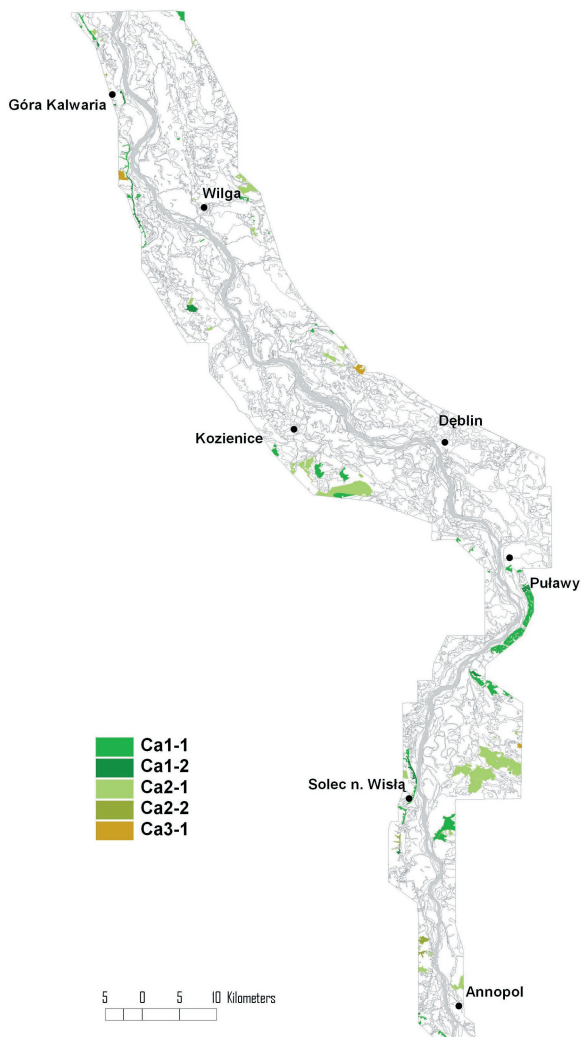


Ryc. 21. Struktura kompleksów zbiorowisk innych – udział procentowy typów zbiorowisk określonych wg syngenezy

Fig. 21. Structure of other communities complexes – share in % of different syngenetic vegetation communities types

**Kompleksy lasów gądownych żywnych (Ca1)** tworzą głównie zbiorowiska wielogatunkowych lasów liściastych z grabem, lipą, dębem w drzewostanie oraz dobrze rozwiniętą warstwą krzewów i zielnym runem (liczne geofity wiosenne) zwane gądami. Niewielki udział mają także łąki rajgrasowe oraz wielogatunkowe zarośla z dominacją tarniny (*Rubus fruticosus-Prunetum spinosae*).

W podłożu występują przede wszystkim gliny zwałowe, ropy, piaski wodnolodowcowe oraz lessy. Poziom wód gruntowych jest zróżnicowany od 0 do 50 m. Są to siedliska lasów grądowych w postaci typowej i żywej na wyżynach, wysoczyznach i rzadziej na terasach nadzalewowych (ryc. 22). Są to lasy gospodarcze sadzone lub naturalne, użytkowane ekstensywnie. Łąki są koszone zazwyczaj dwa razy w roku.



Ryc. 22. Kompleksy lasów grądowych żywnych (Ca1), ubogich (Ca2) oraz odkształconych (Ca3); szczegółowe objaśnienia legendy w tabeli 8

Fig. 22. Complexes of mesotrophic (Ca1), poor (Ca2) and degraded (Ca3) lime-oak-hornbeam forests; detailed legend explanations in table 8

W **kompleksach lasów grądowych ubogich** (Ca2) poza dominującymi zbiorowiskami grądów występują wielogatunkowe zarośla z dominacją tarniny oraz łąki rajgrasowe z gatunkami ciepłolubnymi i wapieniolubnymi.

Można je znaleźć one przede wszystkim na podłożu piasków eolicznych oraz glin zwałowych. Poziom wód gruntowych waha się na ogół w przedziale 0-15 m, z przewagą 0-5 m. Są to siedliska lasów grądowych ubogich i wilgotnych oraz borów mieszanych na wyżynach i wysoczyznach oraz terasach nadzalewowych. Kompleksy podtypu Ca2-2 związane są przede wszystkim z siedliskami lasów grądowych ubogich na zboczach i krawędziach wyżyn (ryc. 22). Są to lasy gospodarcze użytkowane ekstensywnie.

**Kompleksy lasów grądowych odkształconych** (Ca3) budują zdegradowane zbiorowiska wielogatunkowych lasów liściastych oraz zbiorowiska nieokreślonych lasów z dominacją gatunków iglastych (najczęściej upraw).

W podłożu dominują piaski eoliczne. Poziom wód gruntowych waha się od 0 do 50 m. Są to siedliska grądów ubogich, a czasem także borów mieszanych, na wysoczyznach, wyżynach i na terasach nadzalewowych (ryc. 22).

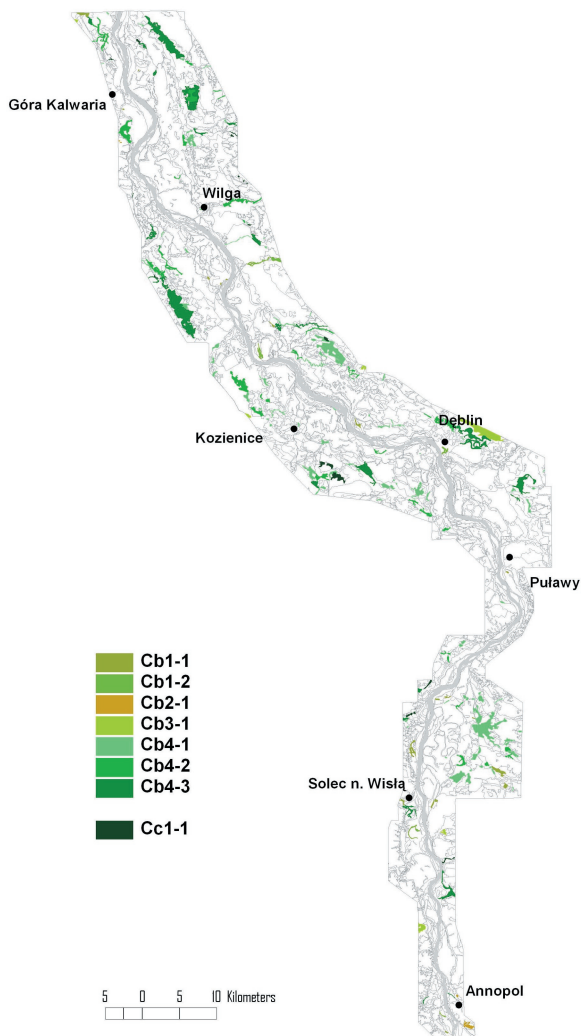
**Kompleksy łągów wiązowych** (Cb1) tworzą zbiorowiska lasów jesionowo-wiązowych z silnie rozwiniętą warstwą krzewów i runa. Jeden z podtypów charakteryzuje się występowaniem zbiorowiska lasu wiązowego z bujnym runem zielnym z udziałem śledziennicy (*Ficario-Ulmetum chrysosplenietosum*), a towarzyszą mu łąki rajgrasowe.

Kompleksy tego typu najczęściej występują na podłożu zbudowanym z mad i namulów piaszczystych o wysokim poziomie wód gruntowych (0-5 m). Są to siedliska łągów jesionowo-wiązowych na wyższych poziomach równiny zalewowej i w obniżeniach dolin, na całym obszarze badań. Lasy wiązowe śledziennicowe występują w dolinach mniejszych rzek (ryc. 23). Drzewostany nie są użytkowane gospodarczo, łąki są koszone, najczęściej 2 razy do roku.

W **kompleksach odkształconych lasów liściastych** (Cb2) występują przede wszystkim zbiorowiska lasów liściastych o zróżnicowanej strukturze i składzie gatunkowym oraz wieku drzewostanu (najczęściej uprawy), z niewielkim udziałem innych zbiorowisk (m. in. zbiorowiskami zaroślowymi z dominacją tarniny).

Występują na podłożu zbudowanym z glin zwałowych i innych osadów wodnolodowcowych, z poziomem wód gruntowych – 5–15 m; na różnych siedliskach, głównie siedlisku dąbrów, w mniejszym stopniu grądów typowych w zaledwie kilku miejscach na wyżynach i wysoczyznach (ryc. 23). Są to lasy gospodarcze, użytkowane z różną intensywnością.

W **kompleksach dąbrów świetlistych (Cb3)** dominują zbiorowiska lasów dębowych z mniejszym udziałem innych gatunków liściastych i sosny, z bogatym florystycznie runem zielno-trawiastym. Występują również płaty nieokreślonych zbiorowisk lasów iglastych.



Ryc. 23. Kompleksy różnych lasów liściastych i olsów: łągów wiązowych (Cb1), odkształconych lasów liściastych (Cb2), dąbrów świetlistych (Cb3), łągów jesionowo-olszowych (Cb4), olsów (Cc1); szczegółowe objaśnienia legendy w tabeli 8

Fig. 23. Complexes of different deciduous forests and alder carr: riparian ash-elm forests (Cb1), degraded deciduous forests (Cb2), thermophilous pine-oak forests (Cb3), alder-ash forests (Cb4), alder carr (Cc1); detailed legend explanations in table 8

W podłożu występują głównie piaski i żwiry wodnolodowcowe oraz gliny zwałowe. Poziom wód gruntowych na ogół waha się między 5 i 50 m. Omawiane kompleksy związane są z siedliskami dąbrów świetlistych na wysoczyznach i wyżynach (ryc. 23). Są to lasy gospodarcze naturalne lub częściej sadzone. Dawniej prowadzony był w nich wypas.

**Kompleksy łągów jesionowo-olszowych** (Cb4) tworzą zbiorowiska lasów jesionowo-olszowych z dobrze rozwiniętą warstwą krzewów i runem ziołoroślowym. W składzie pojawiają się łąki knieciowe, olsy i łożowska czyli zarośla wierzb szerokolistnych (*Salicetum pentandro-cinereae*).

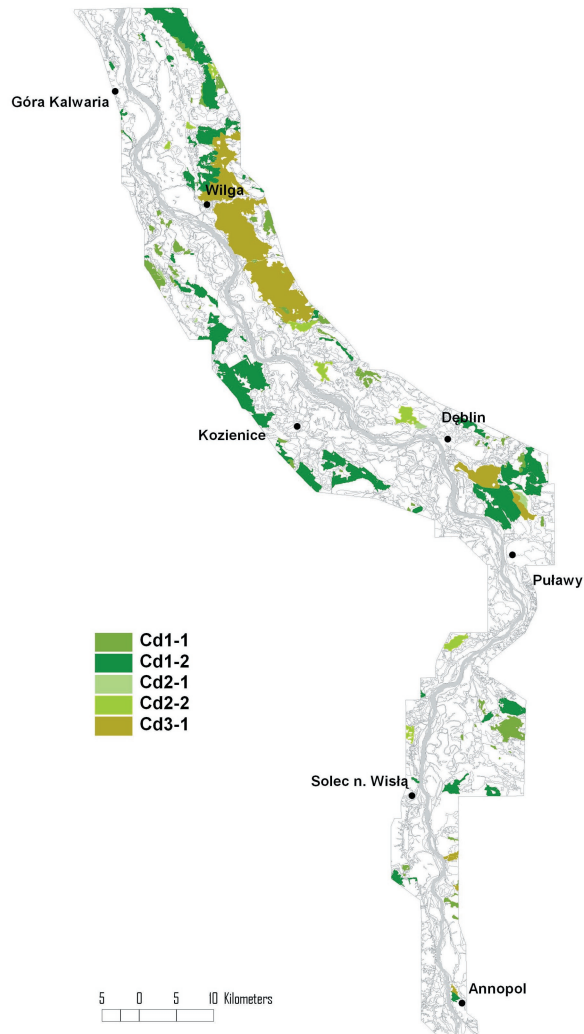
W podłożu dominują torfy i namuły torfiaste oraz namuły piaszczyste z wysokim poziomem wód gruntowych (0-5 m). Kompleksy te zajmują przede wszystkim siedliska łągów jesionowo-olszowych na równinach torfowych, w obniżeniach dolin małych rzek, cieków na terasach nadzalewowych, na całym badanym terenie (ryc. 23). Kompleksy podtypu Cb4-3 związane są także z siedliskami olsów. Są to lasy gospodarcze, ekstensywnie użytkowane, czasem wypasane. Łąki są koszone najczęściej 2 razy w roku.

**Kompleksy olsów** (Cc1) budują zbiorowiska lasów olszowych, ze zróżnicowanym na kępy i dolinki runem, umiarkowanie rozwiniętą warstwą krzewów. Towarzyszą im zarośla wierzb szerokolistnych (łożowiska).

Kompleksy związane są z różnymi typami podłoża. Występują na torfach i namulach torfiastych, piaskach rzecznych, madach a nawet osadach wodnolodowcowych, z wysokim stanem wód gruntowych (woda występuje często na powierzchni). Zajmują siedliska olsów i łągów jesionowo-olszowych w kilku miejscach na terasach nadzalewowych, w zagłębieniach i obniżeniach dolin, na całym obszarze badań (ryc. 23). Są to lasy gospodarcze, użytkowane ekstensywnie, czasem wypasane.

**Kompleksy borów mieszanych** (Cd1) składają się ze zbiorowisk lasów mieszanych (głównie dębowo-sosnowych) świeżych i wilgotnych z rozwiniętą warstwą krzewów i runem trawiasto-zielnym z udziałem krzewinek i umiarkowanie lub słabo rozwiniętą warstwą mszystą. Towarzyszą im bory sosnowe świeże (*Leucobryo-Pinetum*) i bory suche (*Cladonio-Pinetum*) z dominacją krzewinek w runie oraz z porostami i mchami w warstwie przyziemnej oraz zbiorowiska nieokreślonych lasów iglastych.

W podłożu dominują przede wszystkim piaski eoliczne i rzeczne. Poziom wód gruntowych jest różny, na ogół waha się w zakresie 0-15 m. Są to siedliska borów mieszanych świeżych i wilgotnych oraz borów sosnowych na terasach nadzalewowych oraz wysoczyznach i wyżynach. Przeważają w północnej części obszaru badań (ryc. 24). Są to lasy gospodarcze, z drzewostanem sadzonym i przeznaczonym do wyrębu.



Ryc. 24. Kompleksy borów mieszanych (Cd1), świeżych (Cd3) i innych (Cd2); szczegółowe objaśnienia legendy w tabeli 8

Fig. 24. Complexes of mixed oak-pine forests (Cd1), fresh pine forests (Cd3) and other pine forests (Cd2); detailed legend explanations in table 8

**Kompleksy borów różnych (Cd2)** tworzą głównie zbiorowiska lasów sosnowych z domieszką innych gatunków. Kompleksy tego typu wyróżniają się występowaniem zbiorowisk borów wilgotnych z brzozą omszoną (*Molinio-Pinetum*) i bagiennych z krzewinkowym runem oraz dobrze rozwiniętą warstwą mszystą budowaną przez torfowce (*Vaccinio uliginosi-Pinetum*). W ich składzie obserwujemy również nieokreślone i zazwyczaj odkształcone zbiorowiska lasów iglastych.

W podłożu dominują piaski eoliczne i rzeczne, a w kompleksach podtypu Cd2-1 z borami wilgotnymi i bagiennymi występują również namuły torfiaste i torfy. Poziom wód gruntowych jest wysoki, waha się w zakresie 0–15 m. Pierwszy podtyp związany jest z siedliskami borów mieszanych wilgotnych i świeżych a także borów wilgotnych i bagiennych, głównie na terasach nadzalewowych, w północnej części terenu badań. W drugim dominują siedliska borów mieszanych świeżych i borów sosnowych świeżych na terasach nadzalewowych oraz wysoczyznach i wyżynach (ryc. 24). Są to lasy gospodarcze, zazwyczaj z drzewostanem sadzonym i przeznaczonym do wyřębu.

**Kompleksy borów świeżych (Cd3)** budują zbiorowiska lasów sosnowych z runem krzewinkowo-trawiaстым oraz dobrze rozwiniętą warstwą mchów. Towarzyszą im bory mieszane świeże, nieokreślone lasy iglaste oraz różne zbiorowiska zielno-trawiaste o charakterze muraw.

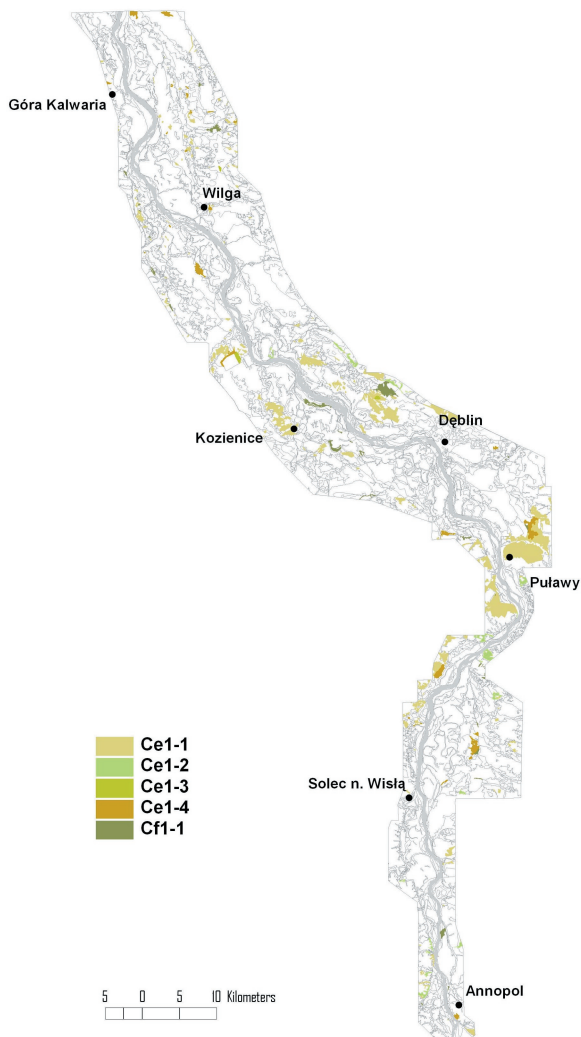
W podłożu dominują piaski eoliczne. Poziom wód gruntowych waha się od 0 do 50 m. Są to siedliska borów sosnowych świeżych przede wszystkim na terasach nadzalewowych, w północnej części terenu badań, rzadziej na wysoczyznach i wyżynach. Są to zazwyczaj lasy z drzewostanem sadzonym i przeznaczonym do wyřębu.

**Kompleksy odkształconych lasów iglastych (Ce1)** charakteryzują się dominacją sadzonych drzewostanów, o zróżnicowanym wieku, strukturze i składzie gatunkowym z przewagą gatunków szpilkowych. Obok nich występują zarośla z dominacją berberysu (*Berberidion*) lub tarniny, łąki rajgrasowe typowe i łąki rajgrasowe z gatunkami z muraw piaskowych a także murawy piaskowe, przede wszystkim murawy szcztlichowe (*Spergulo-Corynephorum*).

Podłoże budują głównie piaski rzeczne i eoliczne oraz gliny zwałowe i inne osady wodnolodowcowe. Poziom wód gruntowych jest zróżnicowany, waha się od 0 do 50 m. W kompleksach podtypu Ce1–3 jest wysoki (0–5 m). Są to najczęściej siedliska borów mieszanych świeżych, sosnowych świeżych (Ce1–4), lasów ęądowych (zazwyczaj ubogich) i dąbrów świetlistych (Ce1–1, Ce1–2) oraz borów mieszanych wilgotnych (Ce1–3). Występują na całym badanym terenie: terasach nadzalewowych, wyżynach i wysoczyznach (Ce1–1, Ce1–2), zdarzają się też na wyższych poziomach równiny zalewowej (Ce1–1) (ryc. 25). Są to lasy gospodarcze, z drzewostanem sadzonym i przeznaczonym do wyřębu. Zarośla tworzą nieużytki, czasem są wypasane. Łąki są koszone raz lub dwa razy do roku, a murawy zazwyczaj nie są wykorzystywane gospodarczo.



**Kompleksy odkształconych lasów z gatunkami liściastymi (Cf1)** tworzą nieokreślone zbiorowiska z dominacją gatunków liściastych. Podłoże budują różne utwory: piaski rzeczne, namuły torfiaste, mady, piaski eoliczne i osady wodnolodowcowe, ze zróżnicowanym poziomem wód gruntowych (z przewagą do 5 m). Zajmują one siedliska łągów jesionowo-olszowych, grądów i borów mieszanych wilgotnych na wszystkich terasach w dolinie, w mniejszym stopniu na wysoczyznach i wyżynach (ryc. 25). Są to lasy gospodarcze, z drzewostanem sadzonym i przeznaczonym do wycięcia.



Ryc. 25. Kompleksy odkształconych lasów iglastych (Ce1) oraz odkształconych lasów z gatunkami liściastymi (Cf1); szczegółowe objaśnienia legendy w tabeli 8  
 Fig. 25. Complexes of degraded coniferous forests (Ce1) and degraded forests with deciduous species (Cf1); detailed legend explanations in table 8

Na **kompleksy muraw piaszkowych** (Cf2) składają się zbiorowiska zielno-trawiaste o charakterze muraw piaszkowych (*Koelerio-Corynephoretea*), m.in. murawy piaskowe z zawciągciem (*Diantho-Armerietum*) i murawy szcztlichowe. Występują na podłożu piaszczystym: piaskach eolicznych i rzecznych oraz madach piaszczystych z różnym poziomem wód gruntowych, zazwyczaj do 5 m. Związane są z siedliskami borów mieszanych i sosnowych świeżych na terasach nadzalewowych oraz łągów wierzbowotopolowych na wyższych poziomach równiny zalewowej (ryc. 26). Najczęściej są nieużytkami gospodarczymi, rzadko wykorzystywane do celów łąkowo-pastwiskowych (przede wszystkim murawy z zawciągciem).

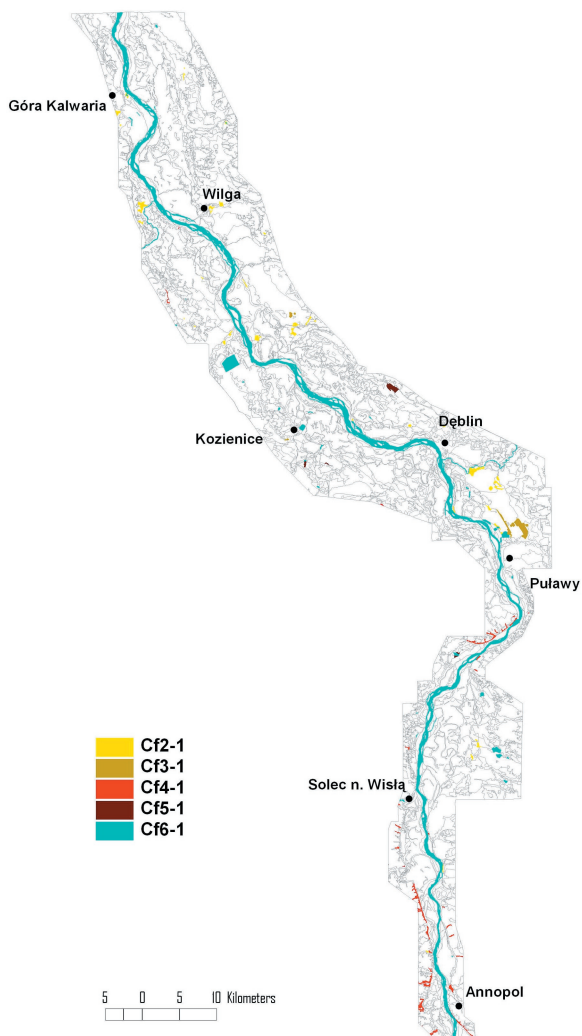
W **kompleksach poręb leśnych** (Cf3) dominują zbiorowiska porębowe (*Epilobietea angustifolii*) z dużym udziałem wierzbówki koprzyicy lub trzcinika piaskowego. Ich podłoże stanowią piaski eoliczne lub rzeczne z wodami gruntowymi na poziomie 0–15 m. Są to najczęściej siedliska borów mieszanych świeżych na terasach nadzalewowych. Powstały w miejscu usuniętych lasów, często występują we wczesnych fazach zalesiania (ryc.26).

**Kompleksy zarośli tarniny i berberysu z murawami stepowymi** (Cf4) charakteryzują się udziałem wielogatunkowych zbiorowisk zarośli z dominacją tarniny lub berberysu oraz bogatych florystycznie muraw kserotermicznych (*Festuco-Brometea*) z gatunkami ciepło- i wapieniolubnymi.

W podłożu występują przede wszystkim wapienie oraz opoki i margle. Poziom wód gruntowych jest bardzo zróżnicowany, przeważa poziom 15–50 m. Są to siedliska dąbrów świetlistych i lasów grądowych (przede wszystkim żyznych) na krawędziach wyżyn i wysoczyzn lub zboczach doliny, głównie w południowej części obszaru badań (ryc. 26). Zazwyczaj nie są wykorzystywane gospodarczo, występują często na styku różnych form użytkowania (pole-las, pomiędzy polami), niekiedy są ekstensywnie wypasane.

**Kompleksy torfowisk niskich** (Cf5) tworzą zbiorowiska niskich i średnio wysokich turzyc z mchami. W ich podłożu występują torfy oraz namuły torfiaste i piaszczyste z wysokim poziomem wód gruntowych (0–5 m), często z wodą na powierzchni. Są to siedliska olsów związane z zagłębieniami bezodpływowymi wypełnionymi torfami (równiny torfowe), w kilku miejscach na obszarze badań (ryc. 26). Torfowiska niskie użytkowane są jako łąki, zwykle koszone raz do roku.

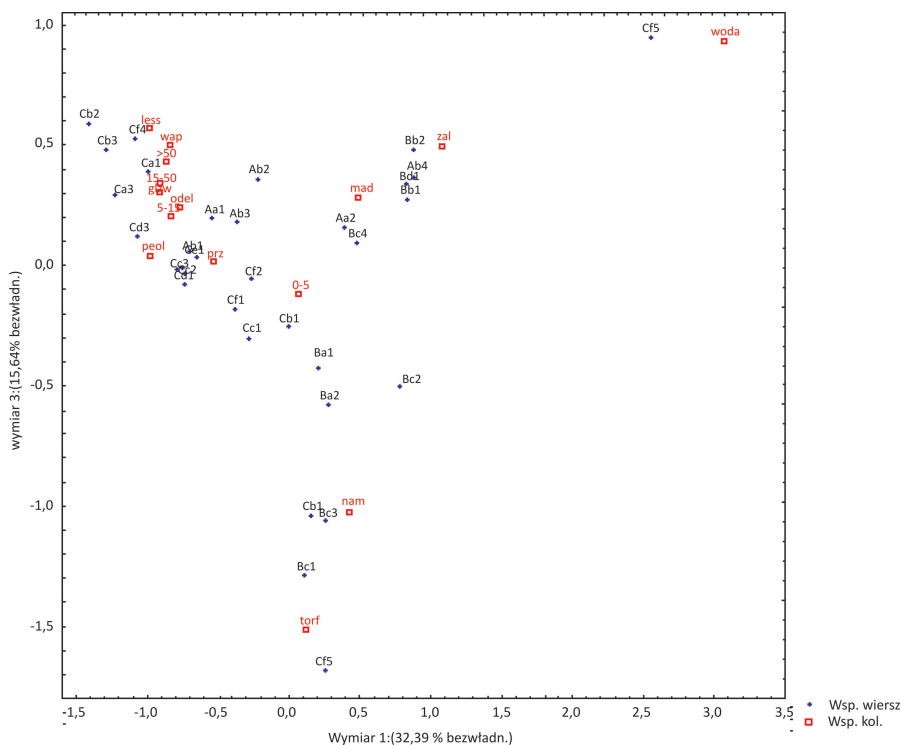
W **kompleksach wód bez makrofitów** (Cf6) zgrupowane są wody cieków i zbiorników wodnych zwykle bez roślin tworzących trwałą strukturę, ewentualnie z roślinami pływającymi. Należy do niego koryto Wisły oraz inne rzeki i mniejsze cieki, a także stawy, jeziora, oczka wodne na całym obszarze badań (ryc. 26). Są to zbiorniki i cieki naturalne lub stworzone, a także przekształcone przez człowieka.



Ryc. 26. Kompleksy muraw piaskowych (Cf2), poręb leśnych (Cf3), zarośli tarniny i berberysu z murawami stepowymi (Cf4), torfowisk niskich (Cf5), wód bez makrofitów (Cf6); szczegółowe objaśnienia legendy w tabeli 8

Fig. 26. Complexes of xeric sand grasslands (Cf2), clearing communities (Cf3), Prunus and Berberis shrubs with semi-natural dry grasslands (Cf4), low moors (Cf5), waters without macrophytes (Cf6); detailed legend explanations in table 8

Analizując związki kompleksów roślinności z warunkami abiotycznymi (ryc. 27, tabela 9 – w załączniku), obserwujemy ściśle zależności pomiędzy typem kompleksu i typem podłoża. Kilka typów łączy się zdecydowanie tylko z jednym rodzajem podłoża (np. Bb1, Bb2, Bd1, Cb2, Cd3, Cf4, Cf6). Są to przeważnie kompleksy złożone ze zbiorowisk naturalnych i półnaturalnych. Większa różnorodność występuje przy kompleksach, w których dominują zbiorowiska synantropijne lub naturalne lub półnaturalne, silnie przekształcone przez człowieka (np. Aa1, Ab3, Ce1).



Ryc. 27. Wykres zależności pomiędzy typami kompleksów roślinności i warunkami siedliskowymi – wyniki analizy korespondencji, wykres 2W współrzędnych wierszy i kolumn (tab. 9), szczegółowe objaśnienia w tabeli 8

Fig. 27. Diagram of relationships between vegetation communities' types and habitat variables based on the correspondence analysis, 2D diagram of rows and columns coordinates (table 9), detailed explanations in table 8

Kompleksy roślinności związane z siedliskami wilgotnymi (np. Ab4, Bb2, Bc1, Cb4, Cf5) wykazują jednoznaczne powiązania z wysokim poziomem wód gruntowych, a w międzywalu, z występowaniem zalewu (np. Bb1, Bc4, Bd1). Mniej oczywiste są te związki w przypadku kompleksów siedlisk świeżych i suchych (np. Ca3, Ca3, Cb3, Cd3, Cf4), charakteryzujących się różną głębokością wód gruntowych.



## 5. KRAJOBRAZY ROŚLINNE

### 5.1 TYPIZACJA I CHARAKTERYSTYKA STRUKTURALNA POTENCJALNYCH KRAJOBRAZÓW ROŚLINNYCH

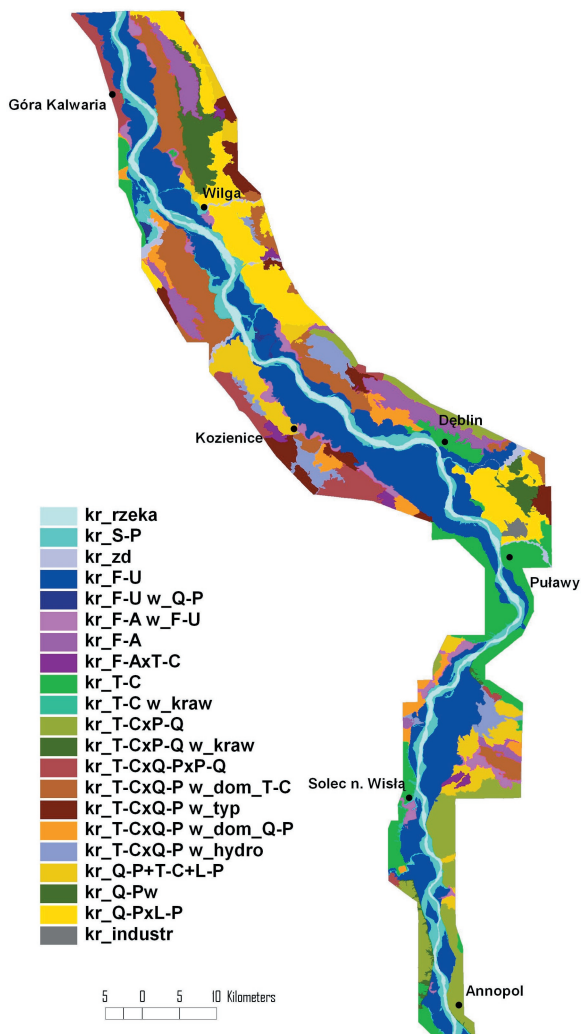
Analiza przestrzenna potencjalnej roślinności naturalnej oraz rozmieszczenia przestrzennych kompleksów roślinności (procedura opisana w rozdziale 3.3) pozwoliła wydzielić 255 jednostek II stopnia (regionów), które podzielono na 21 typów potencjalnych krajobrazów roślinnych (tabela 10 – w załączniku).

**Krajobraz nurtu dużych rzek** (1 – kr\_rzeka) związany jest z holocenickimi terasami doliny Wisły i jej największych dopływów (Wieprza, Pilicy). Większość terenu zajmuje nurt rzeki bez trwałej roślinności, na wyspach lokują się siedliska łągów wierzbowo-topolowych. Krajobraz obejmuje prawie 5% badanego obszaru i skupia regiony o wydłużonych kształtach.

Najliczniej reprezentowany **krajobraz łągów wierzbowo-topolowych** (2 – kr\_S-P) realizuje się w obrębie tych samych form rzeźby. Zajmuje blisko 7% powierzchni badanego odcinka doliny. Na niższych terasach zalewowych dominują siedliska łągów wierzbowo-topolowych, fragmenty wyższych teras zalewowych zajmują siedliska łągu jesionowo-wiązowego, a w zabagnionych starorzeczach występują, choć rzadko, siedliska olsu. Przeważają jednostki małe, o wydłużonych kształtach.

**Krajobraz dolin małych rzek ze zróżnicowaną mozaiką siedlisk** (3 – kr\_zd) obejmuje niecały 1% terenu badań w obrębie holocenickich teras dolin niektórych dopływów Wisły. Nie dominuje tu żaden typ siedliska. Różne siedliska hydrogeniczne: łągów wierzbowo-topolowych, jesionowo-olszowych i jesionowo-wiązowych oraz olsów współwystępują z siedliskami grądów lub borów mieszanych, które położone są wyżej. Są to w większości regiony małe, o wydłużonych kształtach.

Największy udział powierzchniowy (25%) na badanym obszarze ma **krajobraz dolinowych łągów jesionowo-wiązowych – wariant typowy** (4 – kr\_F-U) występujący w granicach holocenickich teras doliny Wisły i niektórych jej większych dopływów (w ograniczonym zakresie). Większość terenu stanowią siedliska łągu jesionowo-wiązowego na wyższych poziomach równiny zalewowej. Liczne, odcięte koryta zajmują siedliska łągów wierzbowo-topolowych. W miejscach zabagnionych występują siedliska łągu jesionowo-olszowego lub olsu, a na wyniesieniach w obrębie



Ryc. 28. Potencjalne krajobrazy roślinne; szczegółowe objaśnienia legendy w tabeli 10

Fig. 28. Potential vegetation landscapes; detailed legend explanations in table 10

równiny zalewowej siedliska łąk. Typ skupia regiony o różnej wielkości powierzchni, przede wszystkim małe, ale również te największe powierzchniowo, o bardzo zróżnicowanych kształtach.

**Krajobraz dolinowych łąk jesionowo-wiązowych – wariant z udziałem siedlisk borów mieszanych lub ubogich łąk na wyniesieniach (5 – kr\_F-U w\_Q-P)** reprezentują tylko dwa regiony, które

obejmują 0,23% powierzchni obszaru badań w zasięgu holocenińskiej doliny Wisły. Większość zasięgu zajmują wyższe poziomy równiny zalewowej stanowiące siedliska łągu jesionowo-wiązowego. Odcięte koryta zajmują siedliska łągów wierzbowo-topolowych. W miejscach zabagnionych występują siedliska łągu jesionowo-olszowego lub olsu. Na wyniesieniach piaszczystych w obrębie równiny zalewowej spotyka się siedliska borów mieszanych lub grądów. Oba regiony są niewielkie powierzchniowo i mają zróżnicowane kształty.

Szósty z wyróżnionych typów – **krajobraz łągów jesionowo-olszowych i olsów – wariant typowy** (6 – kr\_F-A) występuje na obszarze plejstoceńskiej doliny Wisły lub (w postaci uproszczonej) w dolinach niektórych jej dopływów, na 4,5% badanego terenu. Rozległe zatorfione obniżenia zajmują siedliska łągu jesionowo-olszowego lub w mniejszym zakresie olsu. Mineralne wyniesienia zajmują siedliska boru mieszanego. Na brzegach zatorfień spotykane są siedliska wilgotne na podłożu mineralnym, w zależności od zasobności: grądów wilgotnych, borów mieszanych wilgotnych, borów wilgotnych lub borów bagiennych. Regiony tego typu mają zróżnicowaną wielkość powierzchni, a także kształty.

**Inny wariant tego krajobrazu z siedliskami łągów jesionowo-wiązowych** (7 – kr\_F-A w\_F-U) występuje na skrzydłach holocenińskiej doliny Wisły i w niektórych dolinach jej dopływów, na ponad 2,5% obszaru badań. Zabagnione obniżenia na skrzydłach równiny zalewowej lub w dolinach mniejszych rzek zajmują siedliska łągu jesionowo-olszowego, wśród których trafiają się siedliska olsu lub łągu wierzbowo-topolowego. Na fragmentach niezabagnionych wyższych poziomów równiny zalewowej spotyka się siedliska łągu jesionowo-wiązowego. Dominują regiony małe, bardzo zróżnicowane pod względem kształtów. Występują zarówno jednostki bardziej wydłużone jak i zbliżone kształtem do koła.

**Krajobraz łągów jesionowo-olszowych i grądów** (8 – kr\_F-AxT-C) związany jest z niecałym 1% badanego odcinka doliny, w zasięgu plejstoceńskiej doliny Wisły, zwykle w jej partiach zewnętrznych. Tereny niżej położone zajmują siedliska łągu jesionowo-wiązowego, wyżej położone są siedliska grądów wilgotnych lub nawet typowych. Zwykle siedliska łągu i grądu tworzą złożoną mozaikę. Regiony należące do tego typu mają niewielką powierzchnię, dominują jednostki o bardziej okrągłych kształtach.

**Typowy wariant krajobrazu grądowego** (9 – kr\_T-C) występuje na terenach wyżyn, wysoczyzn morenowych lub plejstoceńskich teras akumulacyjnych w dolinie Wisły, na ponad 7,5% terenu badań. Rozległe obszary zajmują siedliska grądów, niekiedy zróżnicowanych pod względem żyzności i wilgotności, z rzadką towarzyszą im siedliska łągu jesionowo-olszowego. Regiony są bardzo zróżnicowane pod względem wielkości i kształtów.



Natomiast **wariant krawędziowy krajobrazu grądowego** (10 – kr\_T-Cw\_kraw) wiąże się ze stosunkowo wąską strefą obejmującą krawędź holocenińskiej doliny, porozcinanej bocznymi dolinkami oraz podnóża zboczy. Większość obszaru zajmują siedliska grądów, z rzadka spotyka się inne zbiorowiska niewielkie powierzchniowo. Są to bardzo małe, wydłużone jednostki.

**Krajobraz grądów i świetlistych dąbrów – wariant typowy** (11 – kr\_T-CxP-Q) występuje na terenach przylegających do doliny Wisły wyżyn węglanowych (w części południowej) lub wysoczyzn morenowych i zajmuje blisko 6% powierzchni badanego obszaru. Zwykle wyższe położenia są siedliskami dąbrów, a niższe (lub płaskie) siedliskami grądów (zespół *Tilio-Carpinetum* w odmianie mazowieckiej w części północnej lub w odmianie małopolskiej w części południowej). Na wysoczyznach w części północnej dąbrowy świetliste reprezentowane są przez podzespół typowy (*Potentillo albae-Quercetum typicum*), a na wyżynach przez podzespół z różą francuską (*P.a.-Q. rosetosum gallicae*). Proporcje siedlisk grądów i świetlistych dąbrów są różne. Należy brać pod uwagę, że w świetle najnowszych badań (Jakubowska-Gabara 1993) dąbrowy świetliste traktowane są jako zbiorowiska zoo-antropogeniczne wchodzące w krąg dynamiczny grądów; z tego powodu ten typ może być także uznany za wariant krajobrazu grądowego. Oprócz głównych składników występować mogą także siedliska borów mieszanych, a nawet borów, w miejscach gdzie podłoże jest piaszczyste. Wielkość powierzchni i kształt regionów tego typu jest bardzo zróżnicowany.

**Wariant krawędziowy tego krajobrazu** (12 – kr\_T-CxP-Qw\_kraw) zajmuje niewielkie powierzchnie, w stosunkowo wąskiej strefie obejmującej krawędź doliny Wisły na styku z wyżynami węglanowymi, porozcinaną bocznymi dolinkami oraz podnóża zboczy. Przeważają siedliska grądów i związanych z nimi dynamicznie dąbrów. Z rzadka spotyka się inne siedliska. Są to regiony niewielkie powierzchniowo, o wydłużonych kształtach.

Kolejny **krajobraz grądów, borów mieszanych i dąbrów świetlistych** (13 – kr\_T-CxQ-PxP-Q) związany jest z terenami wysoczyzn morenowych lub rzadziej wyżyn. Zwykle przestrzenie dominują siedliska grądów, a mniejszą powierzchnię zajmują siedliska borów mieszanych (wśród których spotyka się siedliska borów) i świetlistych dąbrów. Niewielkie powierzchnie zajmują siedliska przystrumykowych łągów jesionowo-olśzowych. W obrębie tego krajobrazu występują jednostki o zróżnicowanej powierzchni i kształcie.

**Krajobraz grądów i borów mieszanych – wariant z dominacją siedlisk grądów** (14 – kr\_T-CxQ-P w\_dom\_T-C) występuje na obszarach nadzalewowych teras plejstocenińskiej doliny Wisły lub na wysoczyznach morenowych i zajmuje ponad 9% badanego terenu. Dominują gliniaste

siedliska grądów, obok których (zwykle na wyniesieniach) spotyka się piaszczyste siedliska borów mieszanych lub nawet fragmenty borów. W obniżeniach niezbyt licznie reprezentowane są siedliska łągu jesionowo-olszowego. Występują tu zarówno małe jak i duże powierzchniowo regiony, o zróżnicowanych kształtach.

**Typowy wariant tego krajobrazu** (15 – kr\_T-CxQ-P w\_typ) związany jest z terenami wysoczyzn morenowych i zajmuje 3% terenu badań. Tworzy go mozaika siedlisk grądów i borów mieszanych. Z rzadka spotyka się siedliska borów na większych obszarach piaszczystych oraz łągów jesionowo-olszowych w dolinach strumieni. Są to jednostki zróżnicowane powierzchniowo i pod względem kształtu.

Kolejny podtyp – **wariant z dominacją siedlisk borów mieszanych** (16 – kr\_T-CxQ-P w\_dom\_Q-P) zajmuje ponad 2,6% badanego obszaru na terenach wysoczyzn i wyżyn (niewęglanowych) oraz na terasach nadzalewowych w plejstocenijskiej dolinie Wisły. Dominują w nim piaszczyste lub piaszczysto-żwirowe siedliska borów mieszanych obok zasobniejszych siedlisk grądów. Rzadziej spotykane są siedliska borów na najuboższych piaskach i siedliska łągu jesionowo-olszowego w dolinach strumieni. Przeważają regiony małe, kształtem zbliżone do koła.

Ostatni **wariant** tego typu z **dużym udziałem siedlisk hydrogeniczy** (17 – kr\_T-CxQ-P w\_hydro) obejmuje blisko 3% badanego terenu w zasięgu plejstocenijskiej doliny Wisły, zwykle w jej brzeźnych partiach. W obrębie siedlisk niehydrogeniczy spotykane są siedliska grądów i borów mieszanych w różnej proporcji. Szeroko rozprzestrzenione są siedliska hydrogeniczne, głównie łągu jesionowo-olszowego, rzadziej olsu. Występują tu zarówno większe jak i mniejsze regiony, często o dość skomplikowanych konturach.

**Krajobraz borów mieszanych z grądami i borami** (18 – kr\_Q-P+T-C+L-P) występuje na ponad 5,5% badanego terenu, głównie na nadzalewowych terasach plejstocenijskiej doliny Wisły, lecz także w niektórych miejscach na wyżynach i zdenudowanych wysoczyznach. Dominują tu siedliska borów mieszanych, obok których mniej lub bardziej liczne są siedliska borów i grądów, w obniżeniach spotyka się siedliska łągów jesionowo-olszowych lub olsów. Przeważają regiony o kształcie zbliżonym do koła, o zróżnicowanej powierzchni.

Kolejny typ **krajobrazu borów mieszanych wilgotnych** (19 – kr\_Q-P w) położony jest w obrębie nadzalewowych teras plejstocenijskiej doliny Wisły w dwóch miejscach: na południe od torfowiska Całowanie w części północnej terenu oraz w widłach Wisły i Wieprza, w części środkowej. Stanowi 3% obszaru badań. Przeważają piaszczyste i równocześnie wilgotne siedliska borów mieszanych wilgotnych (*Quercus-Pinetum molinietosum*)

lub rzadziej borów wilgotnych (*Molinio-Pinetum*), a w miejscach żyzniejszych siedliska grądów wilgotnych, obok których znaczne powierzchnie zajmują siedliska jednoznacznie hydrogeniczne łągu jesionowo-olszowego lub rzadziej olsu. Na wyniesieniach w obrębie siedlisk świeżych najczęstsze są siedliska borów mieszanych świeżych lub rzadziej borów świeżych. Są to jednostki o bardzo zróżnicowanej powierzchni i kształcie.

Jeden z ostatnich typów – **krajobraz borów i borów mieszanych** (20 – kr\_Q-PxL-P) jest związany z rozległymi piaszczystymi i częściowo zwydmionymi terasami nadzalewowymi plejstocenijskiej doliny Wisły oraz zdenudowaną wysoczyzną na prawym brzegu. Zajmuje ponad 10% badanego obszaru. Najbardziej rozpowszechnione są siedliska borów świeżych, a nieco mniej liczne siedliska borów mieszanych. Spotyka się także siedliska wilgotnych lub rzadziej bagiennych borów oraz hydrogeniczne siedliska łągu jesionowo-olszowego lub olsu. Dominują tu regiony o większej powierzchni i różnych kształtach.

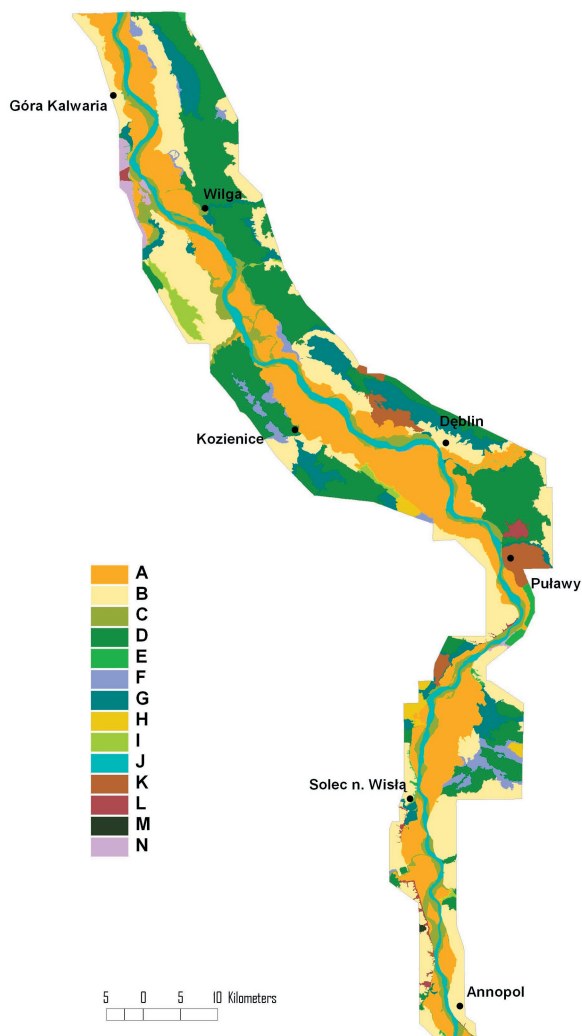
W typie **krajobrazu zniszczonego przez działanie przemysłu** (21 – kr\_industr) wyróżniono tylko jeden region związany z 0,30% powierzchni badań. Wyróżniona jednostka położona jest na nadzalewowym tarasie Wisły i obejmuje otoczenie zakładów azotowych w Puławach, jej pierwotne siedliska należały do typu borów i borów mieszanych. Ma kształt zbliżony do koła.

## 5.2. TYPIZACJA I CHARAKTERYSTYKA STRUKTURALNA RZECZYWISTYCH KRAJOBRAZÓW ROŚLINNYCH

Zestawienie mapy regionów wyróżnionych według potencjalnej roślinności naturalnej z mapą kompleksów roślinnych pozwoliło na opisanie jednostek krajobrazowych pod względem udziału poszczególnych kompleksów roślinności rzeczywistej (tabela 11 – w załączniku). Po przeprowadzeniu grupowania wyróżnionych jednostek II stopnia (procedura opisana w rozdziale 3.3) i analizie otrzymanego dendrogramu (rycina 29 – w załączniku) wyróżniono 43 typy krajobrazów roślinności rzeczywistej i stworzono ich trzystopniową klasyfikację (trzy klasy – tabela 12 – w załączniku).

Pierwszy poziom tworzy 14 typów krajobrazów. Ich rozmieszczenie na obszarze badań prezentuje rycina 30.

Pierwszy z nich **krajobraz kompleksów polnych dolinowych z różnym udziałem sadów, ruderalnych, łąk i pastwisk** (A) zajmuje ponad 25% powierzchni obszaru badań. Tworzą go przede wszystkim kompleksy polne dolinowe (Aa2) z dodatkiem kompleksów różnych łąk (Ba rajgrasowych, Bc3 knieciowych, Bd1 zalewnych) i pastwisk grzebieńcowych (Bc4). Dość



Ryc. 30. Rzeczywiste krajobrazy roślinne; szczegółowe objaśnienia legendy – tab. 12  
 Fig. 30. Actual vegetation landscapes; detailed legend explanations – table 12

duży udział mają także kompleksy sadownicze (Ab2) oraz ruderalne (Ab3). Krajobraz ten występuje na wyższych poziomach równiny zalewowej Wisły i jej większych dopływów.

Kolejny krajobraz kompleksów polnych pozadolinowych z udziałem ruderalnych, polnych ubogich oraz niewielkim udziałem łąk i odkształconych zbiorowisk leśnych (B) obejmuje ponad 23% badanej powierzchni. Dominują w nim kompleksy polne pozadolinowe (Aa1) z niewielkim udziałem polnych ubogich (Ab1) i większym ruderalnych (Ab3). Rzadziej

niż w poprzednim krajobrazie, występują kompleksy łąkowe, natomiast więcej jest kompleksów leśnych, głównie borów sosnowych (Cd) i lasów odkształconych iglastych (Ce). Krajobraz realizuje się na niższych terasach nadzalewowych w dolinie Wisły oraz wysoczyznach i wyżynach.

Na terasach nadzalewowych wyższych oraz wyżynach, na niewielkiej części badanego obszaru (0,79%) występuje trzeci krajobraz z dominacją roślinności segetalnej – **krajobraz kompleksów polnych ubogich z udziałem kompleksów lasów odkształconych szpilkowych (H)**. Tworzą go głównie kompleksy zbiorowisk polnych ubogich (Ab1) i lasów odkształconych szpilkowych (Ce1). Niewielki udział mają kompleksy borów mieszanym (Cd1) oraz ruderalne (Ab3).

Na podobnych siedliskach występuje **krajobraz kompleksów lasów odkształconych szpilkowych i ruderalnych z sadami (K)**, związany z 2,26% powierzchni badań. Dominują w nim kompleksy odkształconych lasów szpilkowych (Ce1), również z grądami (Ca3). Kompleksy polno-ruderalne (głównie polne pozadolinowe Aa1 i ruderalne z sadami Ab3-2) stanowią ok. 27%.

Blisko 7% badanego obszaru obejmuje **krajobraz kompleksów łągów wierzbowo-topolowych i wiklin nadrzecznych oraz łąk zalewnych i innych kompleksów łąkowych (C)**. Tworzą go głównie kompleksy łągów wierzbowo-topolowych (Bb1) i wiklin nadrzecznych (Bb2) oraz łąk zalewnych (Bd1). Związany jest z niższymi poziomami równiny zalewowej Wisły w międzywalu i w dolinach jej dopływów.

Znacznie większy obszar (ponad 23% ) zajmuje **krajobraz kompleksów borów i ubogich grądów z polno-ruderalnymi, ubogimi łąkami i odkształconymi lasami szpilkowymi (D)**. Budują go w większości kompleksy leśne, przede wszystkim borów sosnowych (Cd) i ubogich grądów (Ca2). Kompleksy polno-ruderalne zajmują ok. 21%, a łąkowe ok. 5%. Występuje na wyższych terasach nadzalewowych oraz wysoczyznach, rzadziej na wyżynach.

Kolejny **krajobraz kompleksów żyźnych lasów grądowych z polno-ruderalnymi (E)** występuje na niecałym 1% obszarze badań. Tworzą go kompleksy lasów grądowych żyźnych (Ca1) oraz polno-ruderalnych. Występuje w wąskiej strefie, na krawędzi doliny Wisły z wyżynami i wysoczyznami.

Pierwszy z **krajobrazów łąkowych – kompleksów łąk rajgrasowych typowych oraz kompleksów polnych, szuwarów i łągów jesionowo-olszowych (F)** związany jest z 2,5% powierzchni badań. Dominantem w tym krajobrazie są kompleksy łąk rajgrasowych typowych (Ba2), duży udział mają kompleksy łągów jesionowo-olszowych (Cb4), a mniejszy szuwarów

(Bc2) i zbiorowisk polno-ruderalnych. Krajobraz występuje najczęściej w obniżeniach na styku równiny zalewowej i teras nadzalewowych oraz na styku doliny z wysoczyznami i wyżynami.

Drugi **krajobraz z dominacją kompleksów łąkowych, przede wszystkim z grupy łąk wilgotnych i szuwarów z udziałem kompleksów lasów łągowych jesionowo-olszowych i polnych (G)** zajmuje blisko 7,5% powierzchni badań, w zatorfionych obniżeniach na terasach nadzalewowych, rzadziej na równinie zalewowej oraz w obniżeniach dolin mniejszych rzek i cieków. Największy udział w krajobrazie mają kompleksy łąk knieciowych (Bc3), pastwisk grzebieniowych (Bc4) i szuwarów (Bc2). Kompleksy łągowo-jesionowo-olszowych zajmują prawie 16% powierzchni, a kompleksy polne ok. 12%.

Na podobnych siedliskach spotykamy **krajobraz kompleksów łągowo-jesionowo-olszowych i olsów oraz łągowo-wiązowych z dodatkiem różnych łąk (I)** (1,25% badanego obszaru). Dominują w nim kompleksy łągowo-jesionowo-olszowych z olsami (Cb4) i łągowo-wiązowych (Cb1). Towarzyszą im kompleksy łąk knieciowych (Bc3), szuwarów (Bc2) oraz łąk rajgrasowych typowych (Ba2).

W obrębie holocenckich teras doliny Wisły i jej największych dopływów (Wieprza, Pilicy), na blisko 5% badanego obszaru występuje natomiast **krajobraz kompleksów z wodami powierzchniowymi (J)**. W 93% tworzą go kompleksy wód bez makrofitów, pozostałą część stanowią kompleksy wiklin nadrzecznych (Bb2), łągowo-wierzbowo-topolowych (Bb1), łąk zalewnych (Bd1) i pastwisk grzebieniowych (Bc4).

Krajobraz **kompleksów różnych lasów, poręb i ruderalnych oraz zarośli tarniny i berberysu z murawami piaskowymi (L)** zajmuje 0,66% powierzchni i łączy 2 różne podtypy. W pierwszym (L1) dominują kompleksy zarośli tarniny i berberysu z udziałem muraw stepowych (Cf4), a mniejszy udział mają kompleksy odkształconych lasów szpilkowych (Ce1) i ruderalne (Ab3). Ten podtyp występuje w wąskiej strefie krawędziowej na wyżynach w południowej części badanego obszaru. W drugim dominują kompleksy leśne (w tym głównie odkształconych lasów z grądami (Ca3), grądów ubogich (Ca1) i porębowe (Cf3) z dużym udziałem kompleksów ruderalnych (Ab3). Ten podtyp występuje na terasach nadzalewowych, wysoczyznach i wyżynach w obu częściach badanego obszaru.

Z bardzo małym fragmentem badanego obszaru (0,04%) związany jest **krajobraz kompleksów dąbrów świetlistych (M)**. Występuje tylko w jednym miejscu, na wyżynie w południowej części badanego obszaru. Tworzą go kompleksy dąbrów świetlistych (Cb3) i kompleksy zbiorowisk polnych pozadolinowych (Aa1).

Ostatni typ krajobrazu (N) tworzą **kompleksy sadownicze (Ab2) z ruderalnymi (Ab3)**. Występuje na 0,71% badanego obszaru. Największe skupienie regionów tego krajobrazu obserwuje się w okolicach Góry Kalwarii, jeden region występuje także w okolicy Kazimierza Dolnego.

### 5.3. ZWIĄZKI POTENCJALNYCH KRAJOBRAZÓW ROŚLINNYCH Z KRAJOBRAZAMI RZECZYWISTYMI

Zestawienie potencjalnych i rzeczywistych krajobrazów roślinnych pozwoliło przedstawić związki siedlisk i sposobów użytkowania w ujęciu jakościowym i przestrzennym (tabela 13, 14 – w załączniku).

Określony na podstawie zróżnicowania potencjalnej roślinności naturalnej krajobraz nurtu rzek (kr\_rzeka) całkowicie pokrywa się z rzeczywistym krajobrazem kompleksów z wodami powierzchniowymi (J). Nie oznacza to, że roślinność rzeczywista w pełni odpowiada potencjalnej roślinności naturalnej (roślinność rzeczywista siedlisk lądowych w części reprezentuje zbiorowiska zastępcze lub fazy rozwojowe zbiorowiska naturalnego), ale mamy tu do czynienia z jednoznacznym zastępowaniem się tych typów krajobrazów.

Potencjalny krajobraz łągów wierzbowo-topolowych (kr\_S-P) niemal wyłącznie łączy się z rzeczywistym krajobrazem typu C (kompleksów łągów wierzbowo-topolowych i wiklin nadrzecznych oraz łąk zalewnych i innych kompleksów łąkowych), w których dominują kompleksy tworzone przede wszystkim przez trzy zbiorowiska: łąki zalewne i pastwiska, zarośla wierzbowe (wikliny) oraz lasy łągowo-wierzbowe lub rzadziej wierzbowo-topolowe o różnym stopniu odkształcenia. Tylko w niewielkim stopniu (poniżej 1%) ten typ krajobrazu potencjalnego jest zajmowany przez krajobrazy rzeczywiste z grup F i G, w których dominującą rolę odgrywają pastwiska grzebieniowe. Należy zaznaczyć, że związek z krajobrazami rzeczywistymi zaliczonymi do grupy C jest obustronny; ponad 96% krajobrazów rzeczywistych z grupy C realizuje się na obszarach potencjalnego krajobrazu łągów wierzbowo-topolowych. W krajobrazach tych udział roślinności naturalnej jest wysoki, a tam gdzie jej nie ma, występują zbiorowiska półnaturalne; znikomy udział mają zbiorowiska ściśle synantropijne. Na tej podstawie stwierdzić można niski stopień antropogenicznego przekształcenia potencjalnych krajobrazów omawianego typu.

Najbardziej rozpowszechniony na badanym terenie potencjalny krajobraz łągów jesionowo-wiązowych (kr\_F-U) ściśle wiąże się (ponad 99%) z rzeczywistymi krajobrazami zaliczonymi do grupy A, w których dominują kompleksy zbiorowisk segetalnych, częściowo współwystępujących z łąkami i sadami. Zależność ta jest obustronna, bowiem ponad 98% rzeczywistych krajobrazów z grupy A realizuje się na obszarach krajobrazu

łągów jesionowo-wiązowych. Należy podkreślić, że rzeczywiste krajobrazy z grupy A są budowane przede wszystkim przez zbiorowiska synantropijne (segetalne i ruderalne), przy umiarkowanym udziale zbiorowisk półnaturalnych (łąk, pastwisk) i bardzo niewielkim udziale zbiorowisk naturalnych (fragmenty lasów, niektóre szuwały i zbiorowiska wodne). Na tej podstawie można stwierdzić duży stopień antropogenicznego przekształcenia potencjalnego krajobrazu łągów jesionowo-wiązowych. Jedynie jego rzadko występujący wariant z udziałem siedlisk borów mieszanych (kr\_F-U w\_Q-P) wykazuje pewną odmienność w wykształceniu się krajobrazów rzeczywistych, polegającą na większym udziale krajobrazów rzeczywistych z grupy C, w których półnaturalne i spontaniczne zbiorowiska łąk zalewnych i lasów łągowych odgrywają większą rolę.

Warto zauważyć, że w przypadku trzech krajobrazów potencjalnych, ściśle związanych z dolinami dużych rzek (kr-rzeka, kr\_SP, kr\_F-U), mamy do czynienia ze ścisłym związkiem krajobrazu potencjalnego z rzeczywistym, przy czym zauważa się drastyczną różnicę pomiędzy dwoma pierwszymi (kr-rzeka, kr\_SP) a trzecim krajobrazem (kr\_F-U). W krajobrazach związanych bezpośrednio z nurtem rzeki i strefą corocznych zalewów, roślinność została stosunkowo mniej przekształcona w porównaniu z typem trzecim, w którym antropizacja roślinności jest daleko posunięta. Ogromna różnica pomiędzy krajobrazem łągów wierzbowo-topolowych a krajobrazem łągów jesionowo-wiązowych spowodowana jest obwałowaniem rzeki. Wały przeciwpowodziowe odcięły wyższe poziomy równiny zalewowej, ograniczając działanie procesów fluwialnych i umożliwiając wprowadzenie znacznie intensywniejszej uprawy, powstanie zabudowy i infrastruktury, a co za tym idzie gruntowną antropizację roślinności i całego krajobrazu.

Krajobraz łągów jesionowo-olszowych w wariantcie typowym (kr\_F-A) wiąże się przede wszystkim z rzeczywistymi krajobrazami z grup G, w mniejszym stopniu z grupy I oraz niekiedy z grupy F. W tej pierwszej zbiorowiskami dominującymi są wilgotne łąki knieciowe, w drugiej – bagienne lasy łągowe i olsy, w trzeciej – łąki rajgrasowe. W rzadszym, spotykanym w obrębie równiny zalewowej, wariantcie krajobrazu łągów jesionowo-olszowych z udziałem łągów jesionowo-wiązowych proporcje w udziale krajobrazów rzeczywistych są odwrotne. Należy zaznaczyć, że spośród wymienionych typów krajobrazów rzeczywistych tylko te z grupy G wykazują dużą wierność krajobrazowi potencjalnemu, a pozostałe występują także w związku z innymi krajobrazami potencjalnymi. Krajobraz łągów jesionowo-olszowych, zwłaszcza w typowym wariantcie, odznacza się dominacją roślinności półnaturalnej lub nawet naturalnej (choć niekiedy odkształconej). Udział zbiorowisk jednoznacznie związanych z działalnością człowieka jest niewielki, nieco większy tylko w wa-



riancie z łąkami jesionowo-wiązowymi. Można zatem przyjąć, że stopień antropizacji omawianego krajobrazu jest nieduży.

Krajobraz dolin małych rzek ze zróżnicowaną mozaiką siedlisk (kr\_zd) tworzą przede wszystkim krajobrazy z grupy G, w których dominują kompleksy łąk wilgotnych i szuwarów. Mniejszy udział mają krajobrazy lasów łągowych jesionowo-olszowych i olsów I, łąk zalewnych C4 oraz polnych dolinowych A1. Stopień przekształcenia dolin małych rzek jest mniejszy niż doliny Wisły, ponieważ rzeki te są w większości nieobwałowane. Tereny w zasięgu zalewów są ekstensywnie użytkowane jako łąki i pastwiska.

Należący do stosunkowo szeroko rozpowszechnionych typów krajobraz potencjalny łąk (kr\_T-C) w wariantcie typowym w znacznym stopniu (ponad 73%) jest zajęty przez krajobrazy rzeczywiste grupy B, w których dominują pozadolinowe kompleksy roślinności segetalnej. Znacznie mniejszy udział mają rzeczywiste krajobrazy tworzone przez odkształcone lasy (K), sady (N) lub łąki (E). Należy zaznaczyć, że te krajobrazy rzeczywiste, poza najrzadszym E, nie wykazują wierności dla tego krajobrazu potencjalnego i pojawiają się także w innych układach.

Zajmujący stosunkowo małą powierzchnię, ale bardzo charakterystyczny dla doliny rzecznej wariant krawędziowy krajobrazu potencjalnego łąkowego (kr\_T-C w\_kraw) wiąże się z innymi niż wariant typowy krajobrazami rzeczywistymi. Występują tu krajobrazy z grup E, gdzie dominują kompleksy żywnych lasów łąkowych z udziałem kompleksów polno-ruderalnych oraz L (kompleksy zarośli tarniny i berberysu z udziałem muraw stepowych).

Krajobraz potencjalny łąk i świetlistych dąbrów (kr\_T-CxP-Q) ma znaczący udział na terenie badań. W wariantcie typowym jest on w ponad 82% zajęty przez rzeczywiste krajobrazy rolnicze grupy B. Znacznie rzadsze są krajobrazy polno-leśne z grupy D i inne. Nie wykazują one (poza jednym) wierności temu krajobrazowi potencjalnemu. Wśród rzadko spotykanych krajobrazów rzeczywistych jest krajobraz dąbrów świetlistych związany tylko z tym typem krajobrazu (1 region). Należy zaznaczyć, że dąbrowy świetliste są zanikającym w wielu regionach kraju typem siedliska chronionego zgodnie z *Dyrektywą Siedliskową* (1992) i z tego powodu wartość tego krajobrazu, gdy łączy on się z odpowiednim krajobrazem rzeczywistym jest wysoka.

Wariant krawędziowy krajobrazu łąk i dąbrów świetlistych (kr\_T-CxP-Q w\_kraw) zajmują różne krajobrazy rzeczywiste, stosunkowo najczęściej krajobraz L1, w którym dominują kompleksy zarośli tarniny i berberysu z udziałem muraw stepowych. Z powodu dużej wartości przyrodniczej półnaturalnych zbiorowisk muraw kserotermicznych wariant

ten ma szczególne znaczenie z punktu widzenia ochrony różnorodności biologicznej w regionie.

Potencjalne krajobrazy roślinne łąk i borów mieszanych są zróżnicowane pod względem związków z krajobrazami rzeczywistymi. Stosunkowo najprostsza sytuacja występuje w przypadku wariantu tego krajobrazu z dużym udziałem siedlisk łąk (kr\_T-CxQ-P w\_dom\_T-C). W tym przypadku mamy do czynienia z dominacją krajobrazów rolniczych z grupy B. Słabiej zaakcentowana jest dominacja tych krajobrazów roślinnych w przypadku wariantu typowego potencjalnego krajobrazu łąk i borów mieszanych, a w przypadku wariantu z dominacją siedlisk borów mieszanych schodzą one na plan dalszy. Odwrotnie do krajobrazów rzeczywistych grupy B (choć nie w takim stopniu) realizują się krajobrazy z grupy D, w których zbiorowiska borów sosnowych i borów mieszanych mają duże znaczenie. W krajobrazie potencjalnym łąk i borów mieszanych widoczna jest dość prosta zasada: im więcej siedlisk łąk, tym więcej pól ornych, a im więcej siedlisk borów mieszanych, tym więcej fitocenozy leśnych. Jednak na ogół nie są to zbiorowiska o cechach naturalnych, lecz silnie przekształcone. Pewną odrębność na tym tle wykazuje wariant wilgotny krajobrazu łąk i borów mieszanych. W jego przypadku w krajobrazach rzeczywistych pewną rolę odgrywają zbiorowiska rozmaitych łąk.

Zajmujące blisko 1/5 obszaru badań krajobrazy: borów mieszanych z łąkami i borami (kr\_Q-P+T-C+L-P), borów mieszanych wilgotnych (kr\_Q-Pw) oraz borów mieszanych i borów (kr\_Q-PxL-P) są w zdecydowanej większości pokryte przez rzeczywiste krajobrazy z grupy D, w których rozmaite zbiorowiska leśne w typach borów i borów mieszanych są najszerzej rozprzestrzenione.



## 6. PODSUMOWANIE WYNIKÓW BADAŃ I UWAGI KOŃCOWE

1. Badany obszar charakteryzuje się **ogromnym zróżnicowaniem strukturalnym i typologicznym roślinności** wynikającym ze zróżnicowania warunków siedliskowych i form działalności człowieka. Widoczne jest to na każdym z badanych poziomów organizacyjnych: od zbiorowisk roślinnych (występuje 65 typów, 14 131 wydzielen na mapie, 6,85 jednostek na km<sup>2</sup>), przez kompleksy roślinności (występuje 67 typów, 3668 wydzielen na mapie, 1,78 jednostek na km<sup>2</sup>) do krajobrazów roślinnych (występuje 21 typów krajobrazów potencjalnych, 43 typy krajobrazów rzeczywistych, 255 wydzielen na mapie, 0,12 jednostek na km<sup>2</sup>).

2. W każdym z typów wyróżnionych jednostek kompleksowych przeważają jednostki małe. Świadczy to o **dużej mozaikowości krajobrazu** będącej wynikiem zróżnicowania warunków siedliskowych i nakładających się na nie oddziaływań antropogenicznych.

Najmniejsze jednostki kompleksowe związane są przede wszystkim z obniżeniami dolin dawnych i obecnych rzek oraz cieków, terenami innych bezodpływowych zagłębień, obszarem międzywala oraz krawędziami wyżyn i wysoczyzn. Wśród nich dominują kompleksy zbiorowisk półnaturalnych i naturalnych – łąk i lasów liściastych.

Największe jednostki obserwuje się wśród kompleksów występujących na wyższych poziomach równiny zalewowej i na terasach nadzalewowych. Są to kompleksy zbiorowisk polnych (dolinowych i pozadolinowych) oraz borów mieszanych i świeżych. W tych typach średnia powierzchnia kompleksu jest od kilku do kilkunastu razy większa od średniej dla całego badanego obszaru. W przypadku kompleksów leśnych jest to związane z uwarunkowaniami siedliskowymi, występowaniem rozległych terenów piaszczystych, na których prowadzona przez człowieka działalność w niewielkim stopniu wpływa na zróżnicowanie przestrzenne i strukturalne roślinności. Natomiast w dużych i zdawałoby się jednolitych kompleksach polnych zróżnicowanie przestrzenne występuje na poziomie zbiorowisk towarzyszących różnym uprawom (łąnów).

3. Analiza **kształtu wyróżnionych kompleksów** pozwala podzielić je na odznaczające się zdecydowaną dominacją jednostek o kształcie zbliżonym do koła i cechujące się większym zróżnicowaniem kształtów oraz większą liczbą wydzielen wydłużonych lub mających skomplikowane kontury. Do pierwszej grupy należą kompleksy polno-ruderalne oraz niektóre leśne

(lasów odkształconych szpilkowych, borów sosnowych). Są to kompleksy w największym stopniu zależne od intensywnej działalności człowieka w dolinie. Kompleksy o kształcie wydłużonym lub skomplikowanych konturach odzwierciedlających specyficzne warunki siedliskowe (rzeźbę, warunki hydrologiczne) występują przede wszystkim w grupie kompleksów łąkowo-szuwarowych z łągami nadrzecznymi oraz innych łągów związanych z obniżeniami dolin dawnych i obecnych rzek oraz cieków, a także wśród kompleksów lasów łąkowych i zarośli ciepłolubnych związanych z krawędziami wyżyn i wysoczyzn. Są to kompleksy zbiorowisk półnaturalnych i naturalnych, a więc poddane znacznie mniej intensywnym oddziaływaniom antropogenicznym.

4. **Badania rozmieszczenia przestrzennego wyróżnionych typów kompleksów roślinności** pozwalają wskazać kilka charakterystycznych dla tego obszaru cech. Na niższych poziomach równiny zalewowej, pozostających pod wpływem procesów fluwialnych, dominują kompleksy zbiorowisk naturalnych i półnaturalnych. Na odciętych wałami od wpływu rzeki, wyższych poziomach równiny zalewowej, przeważają kompleksy zbiorowisk segetalnych. Śladem po dawnej obecności rzeki w tej części równiny są liczne starorzecza i paleomeandry dobrze widoczne w strukturze kompleksów polnych, ponieważ związane są z nimi kompleksy łąkowo-szuwarowe, rzadziej leśne. Na terasach nadzalewowych nie obserwuje się tak jednoznacznej dominacji kompleksów z jednej grupy. Przeważają kompleksy leśne (przede wszystkim borów sosnowych na wydmach), ale dużą część tych teras zajmują także kompleksy polne. Największe skupiska kompleksów łąkowo-szuwarowych w tej części doliny spotyka się w dolinach mniejszych rzek i cieków, a także w zatorfionych obniżeniach na styku z wysoczyznami i wyżynami. Odwrotna sytuacja występuje na wyżynach i wysoczyznach, których fragmenty znalazły się w obrębie badanego obszaru. Te tereny zdominowane są przez kompleksy z grupy polno-ruderalnych. Kompleksy leśne zajmują powierzchnię o połowę mniejszą. Na uwagę zasługuje wąska strefa krawędziowa wyżyn i wysoczyzn, z którą związane są kompleksy ze szczególnie cennymi i rzadkimi zbiorowiskami. Są to kompleksy ciepłolubnych zarośli z murawami stepowymi, nie spotykane w innych częściach doliny.

5. Analiza korespondencji wykazała **istotne związki roślinności z warunkami abiotycznymi**. Odnotowane powiązania dotyczyły zarówno rodzaju podłoża, jak i stosunków wodnych. Jednoznaczne zależności obserwowano w przypadku kompleksów, z dominacją zbiorowisk naturalnych i półnaturalnych, związanych z siedliskami wilgotnymi, w tym poddanych zalewom. Natomiast w kompleksach, tworzonych głównie przez zbiorowiska przekształcone przez człowieka i synantropijne, współzależność roślinności i warunków abiotycznych nie jest tak wyraźna.

6. **Analiza struktury wyróżnionych jednostek II stopnia – krajobrazów roślinnych** – potwierdza wyniki uzyskane przy badaniach kompleksów. Na poziomie krajobrazowym także dominują jednostki małe, choć oczywiście odpowiednio większe od jednostek kompleksowych. Najliczniejsze są na niższych terasach zalewowych, w dolinach mniejszych rzek i w wąskiej strefie krawędziowej wyżyn i wysoczyzn. Największe jednostki związane są z wyższymi poziomami równiny zalewowej i piaszczystymi terasami nadzalewowymi.

7. **Wartości średniego współczynnika kształtu są wyższe w przypadku jednostek krajobrazowych** niż kompleksowych, co wskazuje na kształty bardziej wydłużone lub bardziej skomplikowane kontury. Jest to logiczne następstwo przyjęcia zróżnicowania roślinności potencjalnej jako głównego kryterium wyróżniania jednostek krajobrazowych. Ich kształty odzwierciedlają pasmowy układ siedlisk w dolinie. Najwyższe wartości średniego współczynnika kształtu dotyczą przede wszystkim (podobnie jak w przypadku kompleksów) krajobrazów dużych i małych rzek, siedlisk łągów wierzbowo-topolowych oraz jednostek zlokalizowanych w strefach krawędziowych wyżyn i wysoczyzn.

8. Można stwierdzić, iż **związek roślinności rzeczywistej z potencjalną roślinnością naturalną na poziomie zróżnicowania krajobrazowego** jest szczególnie silny i jednoznaczny na obszarach holocenijskiej doliny rzeki, a słabszy na obszarach nadzalewowych teras doliny oraz na otaczających dolinę wysoczyznach i wyżynach. Ogromny wpływ rzeki formował siedliska i poprzez nie roślinność, a równocześnie wpływał na możliwości działania człowieka w obrębie doliny. Dotyczy to przede wszystkim doliny wielkiej rzeki, jaką jest Wisła, ale także mniejszych rzek oraz innych cieków z wykształconą doliną. W obrębie teras nadzalewowych stosunkowo jednoznaczne zależności między krajobrazami potencjalnymi a rzeczywistymi występują w przypadku rozległych teras piaszczystych. Krawędzie doliny, choć są strukturą krajobrazową niewielką pod względem zajmowanej powierzchni, mają bardzo istotne znaczenie dla różnorodności, bowiem stwarzają siedliska dla rzadkich zbiorowisk.

9. Wprowadzenie **obwałowań** skonstrastowało siedliska doliny rzecznej na poddane bezpośredniemu reżimowi rzeki i mniej od niej zależne. Z międzywałami związane są przede wszystkim krajobrazy kompleksów zbiorowisk półnaturalnych i naturalnych. Wyższe poziomy równiny zalewowej, poza wałami zdominowane są przez krajobrazy kompleksów segetalnych.

10. Z obszarem badań związane są 24 typy **siedlisk wskazanych do ochrony w ramach programu Natura 2000**, które zajmują ok. 23% powierzchni. Występują w 29 typach wyróżnionych kompleksów roślinności. Największe skupisko takich kompleksów zaobserwowano na obszarze

międzywała, na całej długości badanego odcinka doliny. Szczególnie cenne siedliska występują na niewielkich powierzchniach także poza terenem zalewowym. Są to murawy kserotermiczne związane z krawędziami wyżyn w południowej części badanego terenu oraz łąki trzęślicowe z pastwiskami bliźniczkowymi na podmokłych terenach na północny wschód od Dębłina.

Przeprowadzone badania świadczą o ogromnym zróżnicowaniu roślinności doliny środkowej Wisły zarówno na poziomie fitocenoz, jak i wyższych poziomów organizacyjnych (kompleksów i krajobrazów). **Ta duża różnorodność typologiczna i przestrzenna roślinności** wynikająca ze zróżnicowania warunków siedliskowych i form działalności człowieka sprawia, że dolina Wisły jest przykładem szczególnego układu przyrodniczego. Jest to jednocześnie układ o dużej regularności rozmieszczenia typów roślinności w przestrzeni. **Głównym czynnikiem warunkującym rozmieszczenie siedlisk zbiorowisk roślinnych jest nurt rzeki**, który na różne sposoby kształtuje siedliska współcześnie tak, jak je formował w przeszłości. Jednostki kompleksowe i krajobrazowe, zachowujące charakterystyczny pasmowy układ siedlisk, spełniają ważną funkcję korytarza ekologicznego łączącego poszczególne części doliny (por. Gacka-Grzesikiewicz 1995).

**Czynnikami antropogenicznymi**, które mają największy wpływ na charakter i strukturę roślinności w dolinie środkowej Wisły, są **działalność rolnicza człowieka** (przybierająca różne formy) oraz **obwałowanie i regulacje rzeki**. Przykładem są silne i jednoznaczne związki warunków abiotycznych, które charakteryzuje typ potencjalnej roślinności naturalnej z roślinnością rzeczywistą obserwowane na obszarach holocenijskiej doliny rzeki (por. Bravard i in. 1986; Decamps i in. 1988; Marston i in. 1995; Borysiak 1999; Deiller i in. 2001; Plit 2000, 2003; Okruszko i in. 2003; Middelkoop i in. 2005; Prach 2007).

**Roślinność, opisana przez jednostki kompleksowe i krajobrazowe** może być traktowana jako **wskaźnik specyficznych warunków abiotycznych**, podobnie jak zbiorowiska roślinne czy gatunki roślin (Matuszkiewicz 1974; Borysiak 1994; Roo-Zielińska 2004). Co więcej wyróżnione jednostki roślinności odzwierciedlają również charakter zależności między tworzącymi je zbiorowiskami (związki pochodzenia, kolejność zasiedlania, następstwo w czasie, sposób kontaktowania się itp.) – Faliński 1990.

**Różnorodność biologiczna jako stopień zróżnicowania jednostek przestrzennych roślinności** jest zależna od intensywności antropopresji. Największą mozaikowatość i różnorodność kształtów krajobrazów i kompleksów obserwuje się wśród jednostek tworzonych przez zbiorowiska półnaturalne i mniejszą przez naturalne. To świadczy o wzroście różnorodności przy niższym stopniu przekształceń. Natomiast wraz z nasileniem

oddziaływań antropogenicznych wzrasta liczba jednostek dużych i jednolitych lub równomiernie rozczłonkowanych (kompleksy segetalne). Podobne zależności wykazali badający strukturę geokompleksów M. Pietrzak (1989), J. Borysiak (1994) przy badaniach krajobrazu doliny Warty i J. Solon (2002), który analizował związki między stopniem synantropizacji i różnorodnością roślinności rzeczywistej w okolicach Wilgi, a jeszcze wcześniej M.G. Turner i in. (1988).

**Metody delimitacji i charakterystyki przestrzennych jednostek kompleksowych i krajobrazowych**, zastosowane w pracy, pozwoliły na szczegółowe rozpoznanie struktury roślinności w dolinie środkowej Wisły i identyfikację czynników warunkujących jej zróżnicowanie. Zaproponowane schematy postępowania mogą znaleźć zastosowanie w badaniach nad strukturą roślinności innych obszarów, dla których dostępne są odpowiednie materiały źródłowe.

**Aktualny obraz struktury roślinności** przedstawiony w pracy może stanowić **materiał wyjściowy do badań nad dynamiką przemian roślinności**. Wyniki takich analiz pozwalają wskazać układy najbardziej wrażliwe na antropopresję, a przez to najbardziej zagrożone i wymagające ochrony (por. Plit, Solon 1990, 1991; Kowalska 2009).

**Model zróżnicowania roślinności badanego odcinka doliny Wisły** może posłużyć jako **swoisty wzorzec w badaniach dolin innych dużych, polskich i europejskich rzek**.





## LITERATURA

- Atlas klimatu Polski*, 2005, H. Lorenc (red.), IMGW Warszawa.
- Atlas posterunków wodowskazowych dla potrzeb Państwowego Monitoringu Środowiska*, 1996, Biblioteka Monitoringu Środowiska PIOŚ, Warszawa.
- Atlas rozmieszczenia roślin naczyniowych w Polsce*, 2001, A. i M. Zając (red.), Pracownia Chorologii Komputerowej Instytutu Botaniki Uniwersytetu Jagiellońskiego i Fundacji dla Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków.
- Austin M.P., 1987, *Models for the analysis of species' response to environmental gradients*, *Vegetatio* 69, s. 35–45.
- Babiński Z., 1992, *Współczesne procesy korytowe dolnej Wisły*, *Geographical Studies* 157.
- Balcerkiewicz S., Borysiak J., 1988, *Geobotaniczna charakterystyka i ocena obszaru województwa konińskiego do studiów nad koncepcją ochrony krajobrazu*, *Bad. Fizjogr. nad Polską Zach. B.*, 37, Poznań-Warszawa, s. 57–87.
- Balcerkiewicz S., Wojterska M., 1993, *Fitokompleksy krajobrazowe i ich znaczenie w studiach nad koncepcją sieci wielkopowierzchniowych obszarów chronionych Środkowej Wielkopolski*, *Bad. Fizjogr. nad Polską Zach. B.*, 42, Poznań, s. 149–168.
- Braun-Blanquet J., Pavillard J., 1928, *Vocabulaire de sociologie végétale*, Roumégous & Déhan, Montpellier.
- Bravard J.-P., Amoros C., Pautou G., 1986, *Impact of civil engineering works on the successions of communities in a fluvial system*, *Oikos* 47, Copenhagen, s. 92–111.
- Borysiak J., 1994, *Struktura aluwialnej roślinności ładowej środkowego i dolnego biegu Warty*, Wydawnictwa Naukowe UAM, seria Biologia, 52.
- 1999, *Wpływ rolnictwa na strukturę roślinności środkowego i dolnego biegu Warty*, [w:] M. Kucharczyk (red.), *Problemy ochrony i renaturalizacji dolin dużych rzek Europy*, Wyd. UMCS, Lublin, s. 145–147.
- Byczkowski A., 1996, *Hydrologia*, Wydawnictwo SGGW, Warszawa.
- Chmielewski J.T., 1999, *Projekt regionalnych zespołów obszarów chronionych Wisły Środkowej: problemy delimitacji i organizacji*, [w:] M. Kucharczyk (red.), *Problemy ochrony i renaturalizacji dolin dużych rzek Europy*, Wyd. UMCS, Lublin, s. 69–84.
- Chmielewski J.T., Solon J., 1996, *Podstawowe przyrodnicze jednostki przestrzenne Kampinoskiego Parku Narodowego: zasady wyróżniania i kierunki ochrony*, [w:] M. Kistowski (red.), *Badania ekologiczno-krajobrazowe na obszarach chronionych*, *Problemy Ekologii Krajobrazu*, t. 2, Polska Asocjacja Ekologii Krajobrazu, Gdańsk, s. 130–142.
- Chojnacki, J., 1981, *Zróżnicowanie przestrzenne roślinności Warszawy*, Wyd. Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa.
- Ciołkosz A., Mieszalski J., Olędzki J.R., 1999, *Interpretacja zdjęć lotniczych*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.

- Clements F.E., 1916, *Plant succession. An analysis of the development of vegetation*, Carnegie Inst. Washington Publ., 242.
- Ćwikliński E., Dombrowski A., Głowacki Z., Kot H., 1995, *Projektowane parki krajobrazowe*, [w:] H. Kot (red.), *Przyroda województwa siedleckiego*, Urząd Wojewódzki, Siedlce, s. 146–155.
- Decamps H., Fortune M., Gazelle F., Pautou G., 1988, *Historical influence of man on the riparian dynamics of fluvial landscape*, *Landscape Ecology*, 1,3, s. 163–173.
- Deiller A.F., Walter J.-M.N., Tremolieres M., 2001, *Effects of flood interruption on species richness, diversity and floristic composition of woody regeneration in the Upper Rhine alluvial hardwood forest*, *Regulated Rivers: Research & Management*, 17, s. 393–405.
- Dyrektwa Ptasia – Dyrektywa Rady 79/409/EWG z dn. 2.04.1979.
- Dyrektwa Siedliskowa – Dyrektywa Rady 92/43/EWG z dn. 21.05.1992.
- Falińska K., 2004, *Ekologia roślin*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Faliński J. B., 1972, *Synantropizacja szaty roślinnej – próba określenia istoty procesu i głównych kierunków badań*, *Phytocoenosis* 1.3, s. 157–170.
- 1990, *Kartografia geobotaniczna, cz. 2 Kartografia fitosocjologiczna*, PPWK im. Eugeniusza Romera, Warszawa-Wrocław.
- Falkowski E., 1982, *The pattern of changes in the Middle Vistula valley floor*, [w:] L. Starkel (red.), *Evolution of the Vistula River Valley during the last 15 000 years*, *Prace Geograficzne*, Wydanie specjalne nr 1.
- Falkowski T., 2000, *Charakterystyka morfogenetyczna i geologiczna odcinka doliny Wisły od ujścia Sanny do ujścia Pilicy*, [w:] A. Jacewicz (red.), *Koncepcja programowo-przestrzenna zagospodarowania doliny i regulacji Wisły na odcinku puławskim, od ujścia Sanny do ujścia Pilicy, od km 295,2 do km 456,8*, *Hydroprojekt*, Warszawa, 2001.
- Gacka-Grzesikiewicz E. (red.), 1995, *Korytarz ekologiczny doliny Wisły*, Fundacja IUCN Poland, Warszawa.
- Gleason H.A., 1939, *The individualistic concept of the plant association*, *American Midland Naturalist* 21, s. 92–110.
- Grzywaczewski G., Piskorski M., 1999, *Znaczenie Małopolskiego Przełomu Wisły dla jesiennej wędrówki siewkowców (Charadrii)*, [w:] M. Kucharczyk (red.), *Problemy ochrony i renaturalizacji dolin dużych rzek Polski*, materiały konferencyjne, Wydawnictwo UMCS Lublin, s. 103–112.
- Hammer R., Harper D.A.T., Ryan P.D., 2001, *PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis*, *Palaeontologia Electronica* 4(1).
- Herbich J., 2001, *Przydatność pojedynczego monochromatycznego zdjęcia lotniczego jako jedynej podstawy mapy roślinności – wyniki pewnego eksperymentu*, [w:] E. Roo-Zielińska, J. Solon (red.), *Typologia zbiorowisk i kartografia roślinności w Polsce – rozważania nad stanem współczesnym*, *Prace Geograficzne*, 178, IGiPZ PAN, Warszawa, s. 133–142.
- Herbich J. (red.), 2004, *Poradniki ochrony siedlisk i gatunków Natura 2000 – podręcznik metodyczny*, t. 1–9, Ministerstwo Środowiska, Warszawa.
- Hohensinner S., Habersack H., Jungwirth M. and Zauner G., 2004, *Reconstruction of characteristics of a natural alluvial river-floodplain system and hydro-morphological changes following human modifications: the Danube River (1812–1991)*, *River Research and Applications*, 20, 1, s. 25–41.

- Informator o przepływach charakterystycznych rzek polskich oraz o systemie bazy danych hydrologicznych*, 1990, praca zbiorowa pod kierownictwem B. Fal, IMGW, Warszawa.
- Jakubowska-Gabara J., 1993, *Recesja zespołu świetlistej dąbrowy Potentillo albae – Quercetum Libb. 1933 w Polsce*, Uniwersytet Łódzki, Łódź.
- Jaroszewski W., Marks L., Radomski A., 1985, *Słownik geologii dynamicznej*, Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa.
- Kalicki T., 1996, *Overbank deposits as indicator of changes in discharges and supply of sediments in the upper Vistula valley – the role of climate and human impact*, [w:] *Evolution of the Vistula River Valley during the last 15 000 years*, part VI, Prace Geograficzne Wydanie specjalne nr 9.
- Klimaszewski M., 1978, *Geomorfologia*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Klimaszewski M., Galon R., 1972, *Geomorfologia Polski*, t. 1–2, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Kolenda M., 2006, *Taksonomia numeryczna. Klasyfikacja, porządkowanie i analiza obiektów wielocechowych*, Monografie i opracowania, 170, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej im. Oskara Langego we Wrocławiu.
- Kondracki J., 1994, *Geografia Polski. Mezoregiony fizyczno-geograficzne*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Koncepcja programowo-przestrzenna zagospodarowania doliny i regulacji Wisły na odcinku puławskim, od ujścia Sanny do ujścia Pilicy, od km 295,2 do km 456,8*, A. Jacewicz (red.), 2001, Hydroprojekt Warszawa.
- Koncepcja zrównoważonego rozwoju i ochrony Środkowej Wisły*, 2003, E. Grzesikiewicz-Gacka, Z. Cichocki (red.), raport WWF, Warszawa.
- Kowalska A., 2009, *Zmiany charakteru i rozmieszczenia zbiorowisk roślinnych w dolinie środkowej Wisły w drugiej połowie XX wieku (odcinek Anopol-Góra Kalwaria)*, Przegląd Geograficzny 81, 3, s. 347–364.
- Kowalski Cz., 1997, *Zabudowa hydrotechniczna i konieczne roboty zabezpieczające przed powodzią na odcinku Wisły od Annapola do rejonu Płocka*, Gospodarka Wodna 1, s. 18–23.
- Kuźniar P., Wilk E., Danielewicz M., Piasecka-Kopyt M., Miąskiewicz P., 1996, *Analiza wpływu regulacji Wisły na środowisko – odcinek od Janowca do Stężycy*, IZWiBW Politechnika Warszawska, maszynopis w archiwum ODGW w Warszawie.
- Kwiatkowski W., 1994, *Krajobrazy roślinne Puszczy Białowieskiej (mapa w skali 1:50 000 z tekstem objaśniającym)*, Phytocoenosis 6, s. 35–87.
- Łajczak A., 1997, *Anthropogenic changes in the suspended load transportation by and sedimentation rates of the river Vistula, Poland*, Geographia Polonica, 68, IGiPZ PAN, Warszawa, s. 7–30.
- 1999, *Współczesny transport i sedymentacja materiału unoszonego w Wiśle i głównych dopływach*, Monografie Komitetu Gospodarki Wodnej PAN, 15, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa.
- Łajczak A., Plit J., Soja R., Starkel L., Warowna J., 2006, *Changes of the Vistula River channel and floodplain in the last 200 years*, Geographia Polonica, 79, 2, s. 65–87.
- Łoś M.J., 2010, *Wstępna ocena funkcjonalnego stanu rzek i dolin w świetle ostatniej powodzi*, Gospodarka Wodna, 8/2010, s. 315–321.
- Marston R.A., Girel J., Pautou G., Piegay H., Bravard J.-P. and Arneson Ch., 1995, *Channel metamorphosis, floodplain disturbance and vegetation development: Ain River, France*, Geomorphology, 13, s. 121–131.

- Maruszczak H., 1972, *Wyżyny Lubelsko-Wołyńskie*, [w:] M. Klimaszewski, *Geomorfologia Polski, t. 1*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- 1982, *Wisła lubelska*, [w:] A. Piskuzub (red.), *Wisła. Monografia rzeki*, Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, Warszawa.
  - 1997, *Changes of the Vistula river course and development of floodplain in the border zone of the South-Polish uplands and middle-Polish lowlands in historical times*, *Landform Analysis*, vol. 1, s. 33–39.
- Matuszkiewicz J.M., 1976, *Przegląd fitosocjologiczny zbiorowisk leśnych Polski cz.3 Lasy i zarośla łęgowe*, *Phytocoenosis* 5(1), s. 3–66.
- 1978, *Fitokompleks krajobrazowy – specyficzny poziom organizacji roślinności*, *Wiadomości ekologiczne*, 24, 1, s. 3–13.
  - 1979a, *Potential landscape phytocomplexes of Sudety Mountains*, *Acta Soc. Bot. Pol.*, 48 (1), s. 3–25.
  - 1979b, *Landscape phytocomplexe and vegetation landscapes, real and typological landscape units of vegetation*, *Documents phytosociologiques N.S.*, 4, s. 663–672.
  - 1981, *Potencjalne zbiorowiska roślinne i potencjalne fitokompleksy krajobrazowe Północnego Mazowsza*, *Monogr. Botan.*, 62, s. 3-78.
  - 1993, *Krajobrazy roślinne i regiony geobotaniczne Polski*, *Prace Geograficzne*, 158, IGiPZ PAN, Warszawa.
  - 2002, *Zespoły leśne Polski*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
  - 2007, *Kartowanie roślinności*, [w:] A. Richling (red.), *Geograficzne badania środowiska przyrodniczego*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Matuszkiewicz J.M., Kozłowska A., 1981, *Założenia metodyczne i technika wykonywania przeglądowej mapy potencjalnej roślinności naturalnej (na przykładzie badań fitosocjologiczno-kartograficznych na Wysoczyźnie Siedleckiej)*, *Fragm. Flor. et Geobot.*, 27, 1–2, s. 171–211.
- Matuszkiewicz J.M., Chojnacki J., Kozłowska A., Plit J., Roo-Zielińska E., 2000, *Zróznicowanie typologiczno-przestrzenne i dynamiczne roślinności obszaru międzywala Wisły na odcinku warszawskim*, [w:] J.M. Matuszkiewicz, E. Roo-Zielinska (red.), *Międzywale Wisły jako swoisty układ przyrodniczy (odcinek Pilica-Narew)*, *Dokumentacja Geograficzna*, 19, s. 31–76.
- Matuszkiewicz W., 1974, *Teoretyczno-metodyczne podstawy badań roślinności jako elementu krajobrazu i obiektu użytkowania rekreacyjnego*, *Wiadomości Ekologiczne*, 20, 1, s. 3–13.
- 2001, *Przewodnik do oznaczania zbiorowisk roślinnych Polski*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Medwecka-Kornaś A., Kornaś J., 1968, *Zbiorowiska roślinne dolin Jaszczce i Jamne*, *Stud. Nat. Ser. A*, 2, s. 49–91.
- Middlekoop H. (red.), 2005, *Morphodynamics and vegetation development of the Lower Volga*, [w:] *The Volga and Rhine rivers, NCR report 27-2005 Department of Physical Geography*, Utrecht University, Faculty of Geography, Moscow State University, RIZA.
- Nowicki W., Kot H., 1993, *Awifauna Wisły Środkowej i jej głównych dopływów unikatowe wartości oraz warunki ich zachowania*, [w:] L. Tomiałojć (red.), *Ochrona przyrody i środowiska w dolinach nizinnych rzek Polski*, Instytut Ochrony Przyrody PAN, Kraków.
- Ochrona Środowiska*, 2006, *Informacje i opracowania statystyczne*, GUS Warszawa.

- Okruszko T., Dębek W., Wasilewicz M., 2003, *Plant communities response to floodwater conditions in Ławki Marsh in the River Biebrza Lower Basin, Poland, International conference "Towards natural flood reduction strategies"*, Warsaw, 6–13 September 2003.
- Olaczek R., 2000, *Antropogeniczne czynniki przekształcania dolin rzecznych*, [w:] J. Kołtuniak (red.), *Rzeki – kultura, cywilizacja, historia*, t. 9, „Śląsk” spółka z o.o. Wydawnictwo Naukowe, Katowice, s. 119–142.
- Nocoń H., 2001, *Operat hydrologiczny*, [w:] A. Jacewicz (red.), *Koncepcja programowo-przestrzenna zagospodarowania doliny i regulacji Wisły na odcinku puławskim, od ujścia Sanny do ujścia Pilicy, od km 295,2 do km 456,8*, Hydroprojekt, Warszawa 2001.
- Parde M., 1957, *Rzeki*, tłum. z franc. K. Dębski Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Pietrzak M., 1989, *Problemy i metody badania struktury geokompleksu*, Uniwersytet im. A. Mickiewicza w Poznaniu, Seria Geografia 45
- 2001, *Przemiany krajobrazu – główne procesy przestrzenne*, [w:] K. German, J. Balon (red.), *Przemiany środowiska przyrodniczego Polski a jego funkcjonowanie*, Problemy Ekologii Krajobrazu t. 10, Polska Asocjacja Ekologii Krajobrazu, s. 28–36.
- Plit J., 1996, *Antropogeniczne i naturalne przeobrażenia krajobrazów roślinnych Mazowsza (od schyłku XVIII w. do 1990 r.)*, Prace Geograficzne, 166, Continuo, Wrocław.
- 2000, *Ewolucja roślinności i zmiany siedlisk doliny Wisły w okolicach ujścia Chodelki w latach 1948–1997*, Przegląd Geograficzny, 72/1–2, s. 61–73.
- 2003, *Wały przeciwpowodziowe – antropogeniczny element krajobrazu*, [w:] U. Myga-Piatek (red.), *Woda w przestrzeni przyrodniczej i kulturowej*, Prace Komisji krajobrazu Kulturowego t. 2, Komisja Krajobrazu Kulturowego PTG, Oddział Katowicki PTG, Sosnowiec, s. 171–178.
- Plit J., Solon J., 1990, *Roślinność jako wskaźnik zmian środowiska geograficznego (na przykładzie doliny Wisły między Karczewiem i Konstancinem-Jeziorną)*, *Problemy kształtowania i ochrony środowiska na obszarach zurbanizowanych*, cz. 2, Wydawnictwo SGGW-AR.
- 1991, *Long-termed vegetation changes – an attempt of cartographic presentation of vegetation dynamics*, *Phytocoenosis* 3 (N.S.), Supplementum Cartographiae Geobotanice 2.
- Pożaryski W., 1953, *Plejstocen w przełomie Wisły przez wyżyny południowe*, Prace Instytutu Geologicznego, Warszawa.
- Pożaryski W., Kalicki T., 1995, *Evolution of the Gap Section of the Vistula Valley In the Late Glacial and Holocene*, [w:] L. Starkel (red.), *Evolution of the Vistula River Valley during the last 15 000 years, part V*, Prace Geograficzne Wydanie specjalne nr 8.
- Pożaryski W., Maruszczak H., Lindner L., 1994, *Rozwój plejstoceńskiej doliny Wisły środkowej ze szczególnym uwzględnieniem przełomu przez wyżyny południowopolskie*, Przegląd Geologiczny 42/7, s. 523–531.
- Prach K., 2007, *Alluvial meadows under changing management: their degradation and restoration*, [w:] T. Okruszko i in. (red.), *Wetlands: Monitoring, Modelling and Management, Proceedings of the International Conference W3M Wetlands: Monitoring, Modelling and Management*, Wierzba, Poland, 22–25 September 2005 Taylor & Francis Group, London, s. 265–271.

- Rivas-Martinez S., 1976, *Sinfitosociologia, una nueva metodologia para el estudio del paisaje vegetal*, Anal. Inst. Bot. Cavanilles, 33, Madrid, s. 179-188.
- 1982, *Etages bioclimatiques, secteurs chorologiques et series de végétation de l'Espagne méditerranéenne*, Ecol. Médit. 8, Marseille, s. 275–288.
- Roo-Zielińska E., 2004, *Fitoindykacja jako narzędzie oceny środowiska fizyczno-geograficznego. Podstawy teoretyczne i analiza porównawcza stosowanych metod*, Prace Geograficzne IGiPZ PAN, 199.
- Rozporządzenie Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa z dnia 20 grudnia 1996 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać obiekty budowlane gospodarki wodnej i ich usytuowanie, Dz. U. 1997.21.111 z dnia 5 marca 1997 r.
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 16 maja 2005 r. w sprawie typów siedlisk przyrodniczych oraz gatunków roślin i zwierząt, wymagających ochrony w formie wyznaczenia obszarów Natura 2000, Dz. U. nr 94, poz. 795.
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 20 kwietnia 2007 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać obiekty budowlane gospodarki wodnej i ich usytuowanie, Dz. U. 2007 nr 86, poz. 579.
- Różycki S.Z., 1972, *Nizina Mazowiecka*, [w:] M. Klimaszewski (red.), *Geomorfologia Polski, t. 2*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Sarnacka Z., 1987, *Evolution of the Vistula Valley between the outlets of Radomka and Świder in the Late Glacial and Holocene*, [w:] L. Starkel (red.), *Evolution of the Vistula River Valley during the last 15 000 years, part II*, Prace Geograficzne, Wydanie specjalne nr 4.
- Schwabe A., 1987, *Fluß- und Bachbegleitende Pflanzengesellschaften und Vegetationskomplexe in Schwarzwald*, Diss. Bot., 102, J. Cramer, Berlin Stuttgart.
- 1989, *Vegetation complexes of flowing-water habitats and their importance for the differentiation of landscape units*, Landscape ecology, 2, 4, s. 237–253.
- Schwickerath M., 1954, *Die Landschaft und ihre Wandlung, auf geobotanischer und geographischer Grundlage entwickelt und erläutert im Bereich des Messtischblattes Stolberg*, Verl. Georgi. Aachen.
- Seibert P., 1968, *Gesellschaftsring und Gesellschaftskomplex in der Landschaftsgliederung*, Ber. Internat. Sympos. Stolzenau/Weser 1963, Pflanzensoziologie und Landschaftsökologie, s. 48–59.
- 1974, *Die Rolle des Masstabss bei der Abgrenzung von Vegetationseinheiten*, Ber. Internat. Sympos. Reiteln 1974, Den Haag, s. 103–118.
- Soja R., Mrozek, 1990, *Hydrological characteristics of the Vistula River*, [w:] L. Starkel (red.), *Evolution of the Vistula River Valley during the last 15 000 years, part III*, Prace Geograficzne Wydanie specjalne nr 5.
- Solon J., 1983, *The local complex of phytocenoses and the vegetation landscape – fundamental units of the spatial organization of the vegetation above the phytocenose level*, Acta Botanica Acad. Sci. Hungaricae 29, 1–4, s. 377–384.
- 1988, *Local complexes of phytocenoses in vegetation landscape in the vicinity of the Wigry Lake (NE Poland)*, Doc. phytosoc. N.S., 11, s. 534–541.
- 1990, *The spatial distribution of vegetation units as a result of habitat and synanthropization pattern*, Ecology, 9, 4, s. 383–393.
- 1999, *Ekologiczno-krajobrazowe zróżnicowanie dolin dużych rzek*, [w:] J. Kołtuniak (red.), *Rzeki – kultura, cywilizacja, historia, t. 8, „Śląsk” spółka z o.o.* Wydawnictwo Naukowe, Katowice, s. 179–200.

- 2002, *Ocena różnorodności krajobrazu na podstawie analizy struktury przestrzennej roślinności*, Prace Geograficzne, 185, IGI PAN, Warszawa.
- Starkel L., 2001, *Historia Doliny Wisły od ostatniego zlodowacenia do dziś*, Monografie, 2, IGI PAN, Warszawa.
- Tatarkiewicz W., 1971, *Droga do filozofii i inne rozprawy filozoficzne*, PWN Warszawa.
- Theurillat J.-P., 1992, *Étude et cartographie du paysage végétal (symphytoceologie) dans la région d'Aletsch (Valais, Suisse)*, [w:] P. Hainard (red.), *Beiträge zur geobot. Landesaufnahme der Schweiz*. 68, F. Flück-Wirth, Lausanne.
- Tomiałojć L., Dyrzc A., 1993, *Przyrodnicza wartość dużych rzek i ich dolin w Polsce w świetle badań ornitologicznych*, [w:] L. Tomiałojć (red.), *Ochrona przyrody i środowiska w dolinach nizinnych rzek Polski*, Wyd. Inst. Ochr. Przyr. PAN. s. 13–38.
- Turner M.G., Gardner R.H., Dale V.H., O'Neil V., 1988, *Landscape pattern and the spread of disturbance*, Proceedings of VIII Symposium on Problems of Landscape Ecological Research, 1, s. 372–382.
- Tüxen R., 1956, *Die huetige potentielle natürlche Vegetation als Gegenstand der Vegetationskartierung*, Angew. Pflanzensoz., 13.
- 1973, *Vorschlag zur Aufnahme von Gesellschaftskomplexen in potentiell natürlichen Vegetationsgebieten*, Acta Bot. Acad. Sci. Hungar., 19(14), Budapest, s. 379–384.
- 1977, *Zur Homogenität von  $\Sigma$ -assoziationen, ihrer syntaxonomischen Ordnung und ihrer Verwendung in der Vegetationskartierung*, Doc. Phytosoc. N.S., 1 s. 321–327.
- 1978, *Assoziationskomplexe (Sigmeten) und ihre praktische Anwendung*, Ber. Int. Sympos. Int. Ver. Vegetationsk. Rinteln 1977. Verlag J. Cramer, Lehre.
- 1979, *Sigmeten und Geosigmeten, ihre Ordnung und ihre Bedeutung für Wissenschaft*, Naturschutz und Planung, Biogeographica, 16, The Hague, s. 79–92.
- Warowna J., 1996, *Morfologiczne skutki regulacji koryta Wisły na odcinku przelomowym*, [w:] *Procesy kształtujące strefę przelomowej doliny Wisły i krawędź Roztocza w schyłkowej fazie trzeciorzędu i w czwartorzędzie*, Materiały konferencyjne, Wydawnictwo UMCS, Lublin, s. 65–68.
- 1998, *Współczesne procesy sedymentacyjne w uregulowanym korycie Wisły w okolicy Puław*, Materiały IV Zjazdu Geomorfol. Pol., t. 3, Wydawnictwo UMCS, Lublin, s. 181–187.
- 2003, *Wpływ zabudowy hydrotechnicznej na warunki sedymentacji w korycie powodziowym Wisły na odcinku Zawichost-Puławy*, Wydawnictwo UMCS, Lublin.
- Whittaker R.H., 1951, *A criticism of the plant association and climatic climax concepts*, Northwest Science 25, s. 17–31.
- Wojtak E., Kołodziejczyk P., 1999, *Jesienna wędrówka ptaków wróblowatych Passeriformes w Małopolskim Przełomie Wisły*, [w:] M. Kucharczyk (red.), *Problemy ochrony i renaturalizacji dolin dużych rzek Polski*, Materiały konferencyjne, Wydawnictwo UMCS, Lublin, s. 113–114.
- Wojterska M., 2003, *Struktura krajobrazów roślinnych Pojezierza Międzychodzko-Sierakowskiego*, UAM, Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań.



- Wolski J., Głowacka I., Matuszkiewicz A.J., 1999, *Przyrodnicze podstawy opracowania optymalnej koncepcji zagospodarowania obszaru doliny Wisły na odcinku od ujścia Sanny do ujścia Pilicy – Uwarunkowania wynikające z potrzeb ochrony przyrody*, [w:] A. Jacewicz (red.), *Koncepcja programowo-przestrzenna zagospodarowania doliny i regulacji Wisły na odcinku puławskim, od ujścia Sanny do ujścia Pilicy, od km 295,2 do km 456,8*, Hydroprojekt Warszawa 2001.
- Zieliński J., 1999, *Wisła Środkowa po przeprowadzeniu prac regulacyjnych*, [w:] M. Kucharczyk (red.), *Problemy ochrony i renaturalizacji dolin dużych rzek Europy*, Wydawnictwo UMCS, Lublin. s. 195–200.

#### MATERIAŁY KARTOGRAFICZNE

1. *Numeryczna mapa roślinności rzeczywistej i potencjalnej*, 2005, autorzy: A. Kozłowska, J.M. Matuszkiewicz (red.), J. Plit, E. Roo-Zielińska, J. Solon, niepublikowana, w archiwum Zakładu Geoekologii i Klimatologii IGiPZ PAN.
2. *Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1: 50 000, ze szkicami geomorfologicznymi*, oprac. PIG w Warszawie – arkusze:
  - *Opole Lubelskie* – red. W.D. Dowgiałło 1986
  - *Kazimierz Dolny* - red. W.D. Dowgiałło 1981
  - *Puławy* – red. M. Żarski 1996
  - *Dęblin* – red. M. Żarski 1989
  - *Kozienice* – red. M. Żarski 1992
  - *Magnuszew* – red. Z. Sarnacka 1979
  - *Łaskarzew* – red. Z. Sarnacka 1987
  - *Warka* – red. Z. Sarnacka 1986
  - *Osieck* – red. Z. Sarnacka 1962
  - *Góra Kalwaria* – red. Z. Sarnacka 1963
  - *Piaseczno* – red. Z. Sarnacka 1974
  - *Otwock* – red. M.D. Baraniecka 1973.
4. *Mapa glebowo-rolnicza w skali 1:50 000 i 1: 100 000*, oprac. IUNG w Puławach 1981–1990 – arkusze: woj. tarnobrzeskie, woj. lubelskie, woj. radomskie, woj. siedleckie, woj. warszawskie.
5. *Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000*, oprac. PIG w Warszawie – arkusze: Annopol, Lipsko, Opole Lubelskie, Kazimierz Dolny, Puławy, Dęblin, Kozienice, Głowaczów, Magnuszew, Góra Kalwaria, Osieck, Piaseczno, Otwock.
6. *Mapy topograficzne w skali 1:25 000*, oprac. PPGK lata 80. XX w. – arkusze: Gościeradów, Ożarów, Świeciechów, Tarłów, Józefów nad Wisłą, Okół, Opole Lubelskie, Lipsko, Karczmiska, Chotcza, Kazimierz Dolny, Puławy, Gołęb, Garbatka Letnisko, Pionki, Dęblin, Stężyca, Kozienice, Ryki, Paprotnia, Brzóza, Grabów n. Pilicą, Sobolew, Maciejowice, Magnuszew, Warka, Wilga, Wola Rębkowska, Sobienie Jeziory, Pilawa, Góra Kalwaria, Celestynów, Otwock, Piaseczno.
7. *Mapy siedliskowe lasów w skali 1:25 000*, 1988 opracowane przez Okręgowe Zarządy Lasów Państwowych w Warszawie i Lublinie, arkusze nadleśnictw: Puławy, Celestynów, Garwolin.
8. *Zdjęcia lotnicze PHARE w skali 1:26 000*, 1997–1998.

# VEGETATION COMPLEXES AND LANDSCAPES OF THE MIDDLE VISTULA RIVER VALLEY

## Summary

### Introduction

**Plant community** (phytocoenosis) is a basic vegetation unit. Its identification enables us to describe a state and changes in other ecosystem elements and to determine its borders (Matuszkiewicz 1974, 2001). **Structural diversity of vegetation** may also be a basis for units distinction above the ecosystem level. This results from not accidental, reciprocal relations between plant communities and their correlations with common environmental conditions. Many phenomena and processes observed in nature (succession, ecotones, migrations) can be explained at a higher organisation level only (Solon 2002). A real unit that constitutes a structural, functional and dynamic ecological and spatial system encompassing a smaller or bigger part of a biocoenosis (a few ecosystems tied by biocoenotic and biotic relations) can be defined as a **landscape** (Matuszkiewicz W. 1974). Vegetation is an indicator of current landscape structure because of the biotope mosaic and of its spatial structure because of the habitat mosaic. At the same time, it is one of the deciding factors that form the landscape's abiotic environment.

Biological peculiarity (specificity) of a habitat can be defined through an indication of **the potential natural vegetation type**. According to Tüxen (1956) it is a hypothetical state of vegetation that would be achieved by natural succession if the development of present vegetation could be realised after the entire cessation of human activities.

In the natural landscape and particularly that transformed by people, **the area of habitat** is a mosaic of many different plant community biochores (Pietrzak 2001). **The actual vegetation** results from abiotic conditions (both constant and changing in time), external factors (e.g. anthropogenic) and local flora capability (Matuszkiewicz J.M., Kozłowska 1981; Matuszkiewicz J.M. 2007).

Spatial relationships that have been described between plant communities enable us to distinguish **landscape units** composed of many actual vegetation community types. The potential for large-scale, practical use of these units (in vegetation cartography, spatial planning and nature protection) has resulted in various views and definitions (see Wojterska 2003, p. 16-17). The most important definitions are: a complex of communities by Braun-Blanquet and Pavillard (1928); the genetic complex by Seibert (1968, 1974); synassociation by Rivas-Martinez (1976, 1982); sigmassociation by Tüxen (1979); local aggregation of phytocoenoses by J.M. Matuszkiewicz (1978, 1979); and the local complex of phytocoenoses by J. Solon (1983). Usually, **complexes of communities** are connected with one habitat type or different types that are recurrent and closely connected in space.

The combination of vegetation complexes in various habitat conditions, repeated in specific relief and land-cover types, enables us to distinguish higher-level units – **vegetation landscapes**. They are present in hierarchical systems of vegetation organisation as proposed by J.M. Matuszkiewicz (1978, 1993), J. Solon (1983) and Theurillat (1992).

Large river valleys have often been researched in observations of landscape vegetation diversity (Medwecka-Kornaś, Kornaś 1968; Tüxen 1978; Matuszkiewicz J.M. 1981; Balcerkiewicz, Borysiak 1988; Schwabe 1987, 1989; Chojnacki 1991; Borysiak 1994; Solon 1999a). The vegetation of river valleys shows dramatically the diversity of and transformations in environmental conditions. Characteristic are enormous dynamics – the ability to revive

and adapt to changing habitat conditions. There are neighbouring plant communities at different succession stages: pioneering and developed, progressive and regressive, initial and secondary (Borysiak 1994). What is more, various human activities result in an impressive array of communities at different levels of anthropogenic transformation: natural (forests and shrubs), semi-natural (meadows, dry grasslands, rushes) and synanthropic communities (segetal and ruderal). A significant share of spontaneous vegetation communities is another distinctive feature of river valleys, especially of floodplain zones (Matuszkiewicz J.M. et al. 2000).

#### *THE AIM AND SCOPE OF THE STUDY*

This study sought to point out spatial vegetation structure in the middle Vistula River valley at two levels:

- vegetation complexes mean local aggregations of phytocoenoses (Matuszkiewicz J.M. 1978, 1979b) or local complexes of phytocoenoses (Solon 1983) that encompass all plant associations connected with homogeneous habitat type or similar habitats under the influence of the same land-use form,
- vegetation landscapes set apart on the basis of habitat diversity, repeated in a specific relief and land-cover type (Matuszkiewicz J.M. 1993); landscape units can combine a few various potential natural vegetation types.

The vegetation units were studied both within the scope of structural diversity (configuration and composition) as well as habitat relationships. Classification of vegetation units was not based on Tüxen's classic symphytosociological approach describing landscape diversity with abstract units (1977, 1979). Vegetation complexes and landscapes were characterised by diagnostic communities (see Schwabe 1987). The received types were merged into groups connected with their place of occurrence, habitat conditions and anthropogenic impacts.

The research has resulted in the precise method of creating spatial vegetation units, above the ecosystem level, on the basis of vegetation map and the other source materials. It has also proved that vegetation described by complex and landscapes units can serve as a good indicator of specific abiotic conditions.

The study area extends along the middle Vistula River valley between Sanna confluence above Annapol and southern borders of Warsaw. The analysed area encompasses floodplains, higher terraces and edges of morainic plains and uplands.

#### *MATERIALS AND METHODS*

The analysis of vegetation diversity in the middle Vistula River valley was based on aerial photos at scale 1: 26 000 (1997-1998), a digital map of actual and potential natural vegetation at scale 1: 25 000 and topographical maps at scale 1: 25 000 from the 1980s.

The analysis of habitat conditions was based on detailed geological maps of Poland at scale 1: 50 000, maps of soils at scale 1: 50 000 and 1: 100 000, hydro-geological maps of Poland at scale 1: 50 000 and forest habitat maps at scale 1: 25 000.

Besides cartographic materials, meteorologic and hydrologic data from the Hydroproject and IMGW archives were used. Data were also collected during fieldwork in 2004-2005 (location and range of vegetation complexes, habitat conditions, photographic documentation).

Vegetation complexes were distinguished on the basis of aerial photo analysis, their borders were verified during fieldwork, and plant communities were identified.

At the next stage, each vegetation unit was characterised in terms of bedrock type, relief form, hydrologic conditions (groundwater table depth), potential, natural vegetation type and land-use form. Vegetation complexes connected with floodplains between dikes were additionally characterised by the inundation possibility with the specific probability

of freeboard. This was carried out with FORTRAN IV software (developed by J. Kubrak). The properties of ArcView 3.3 (1stTools and Patch Analyst extensions) were useful in calculating the area and mean shape index (MSI) for each complex unit.

Methods of numeric taxonomy were used for the classification of vegetation complexes. Two classifications were made: In the first, the *Taksonomia numeryczna* application and PAM (*Partitioning Around Medoids*) method were used (Kolenda 2006). In the second, the PAST application and Ward's method were used (Hammer et al. 2001). The dendrogram obtained was the basis of the final classification of complex types grouped according to their similarity, from which the typological map was then derived.

At the next stage, a statistical analysis of relationships between vegetation-complex types and habitat conditions was carried out with Statistica 8 software. The module of Correspondence Analysis was used. The role of people in the creation and transformation of vegetation complexes was also considered (according to B. Faliński's classification – 1972, after Falińska 2004, p. 337).

Spatial analysis of vegetation complexes and potential, natural vegetation types permitted the identification of regional units that correspond to vegetation landscapes (Matuszkiewicz J.M. 1993). They were described in terms of potential, natural vegetation types and their spatial distribution (e.g. relief form). This was the basis for distinguishing potential vegetation-landscape types. Each regional unit was also characterised by the spatial share of vegetation-complex types and structural properties (area, shape).

At the next stage, clustering analysis of regional units was carried out with PAST software. UPGMA – *unweighted pair-group average method* (similarity measure – Euclidean distance) was used. The dendrogram thus obtained was the basis for the classification of the actual vegetation landscapes. Maps of potential and actual vegetation landscapes were made and put together to analyse relationships between both unit types.

## RESULTS AND FINAL REMARKS

1. The study area is characterised by an **enormous structural and typological diversity of vegetation** caused by habitat and anthropogenic conditions. This is noticeable at each of the levels studied: from plant communities (65 types, 14 131 polygons, 6.85 units per sq. km), through vegetation complexes (67 types, 3 668 polygons, 1.78 units per sq. km) to vegetation landscapes (21 types of potential vegetation landscapes, 43 types of actual vegetation landscapes, 255 polygons, 0.12 units per sq. km).

2. **A majority of complex units are rather small.** This shows a **great landscape mosaic** caused by diversity of habitat conditions as well as overlapping anthropogenic impacts. The smallest complexes are connected with valleys of past and present rivers and small watercourses, depressions without drainage, floodplains between dikes, and edges of uplands and morainic plains. There dominate complexes of semi-natural and natural communities – grasslands and deciduous forests. The biggest units are noticed at higher levels of floodplains and on higher terraces. These are complexes of segetal communities and pine or mixed pine-oak forests. They are a few or a dozen or so times bigger than the average unit in the study area. In forest complexes this is connected with habitat conditions – vast sandy grounds with extensive human activities that slightly influence spatial and structural diversity of vegetation – while, in segetal complexes which seem homogenous, spatial diversity is noticed at the level of associations accompanied cultivation (fields).

3. The analysis of **the complexes' shape** indicates two groups. The first is of more or less round units, and the second, of elongated and less regular polygons. The first one brings together segetal and some forest complexes (deformed coniferous forests, pine forests) that are exposed to intensive human activities. The second group brings together complexes of semi-natural and natural communities connected with valleys of past and present rivers and other watercourses (meadows, rushes, riparian forests) as well as with edges of uplands and morainic plains (lime-oak-hornbeam forests, thermophilous shrubs). The shapes of these complexes depict specific habitat conditions (relief form, hydrologic situation).

4. **The spatial distribution of vegetation-complex types** shows some characteristic features. Complexes of natural and semi-natural communities dominate at the lower levels of floodplains influenced by fluvial processes. Complexes of segetal communities predominate at higher floodplain levels, behind embankments. Numerous oxbows and paleomeanders with grasslands, rushes – and rarely – forest complexes stand out in the structure of the segetal complexes. They are indelible traces of past river presence in this part of the floodplain. Higher terraces are not dominated by one group of complexes. The large area is occupied by forests (e.g. pine forests on dunes), but there are also a lot of segetal complexes. Grassland and rush complexes are mainly noticed in the valleys of small rivers and other watercourses and peat depressions where terraces meet upland and morainic plains. The opposite situation is observed on uplands and morainic plains, where complexes of segetal and ruderal communities dominate. Forest complexes occupy a half of their area only. Complexes of rare and especially valuable communities are noticed in the very narrow edge zone of uplands and morainic plains. There are many complexes of thermophilous shrubs with semi-natural dry grasslands that cannot be observed in other parts of the valley.

5. The correspondence analysis shows **significant relationships between vegetation and abiotic conditions**. This concerns substratum and water conditions. The clear-cut correlations are observed in case of vegetation complexes with domination of the natural and semi-natural communities, characteristic of moist and seasonally flooded habitats. However, in complexes of the transformed or synanthropic communities, interdependence between vegetation and abiotic conditions is not so strong.

6. In common with complexes, **at the landscape level** the smallest units dominate at lower floodplain levels, in small river valleys and at the narrow edges of uplands and morainic plains, while the biggest ones occupy higher floodplain levels and higher sandy terraces.

7. **Mean shape index values of vegetation landscape** units are higher than those of complexes, which indicates elongated and less regular shapes. This is a logical after-effect of accepting potential natural vegetation diversity as a main criterion for distinguishing landscape units. Their shapes depict a striped arrangement of habitats in the valley.

8. It can be said that **relationships between actual vegetation and potential natural vegetation** are especially strong and unambiguous in the Holocene part of the valley, and weaker in the higher terraces and uplands or morainic plains. The river has a great influence on habitat formation and vegetation as well as on possibilities of human activity in the valley. This mainly concerns the Vistula, but also smaller rivers and other watercourses with developed valleys. On higher terraces, quite strong relationships between actual and potential landscapes are noticed in the case of vast sandy grounds. Although valley edges form rather small structures, they have major significance for biodiversity in creating habitats of rare communities.

9. **Embankments** influence river-valley habitats and divide them into those directly exposed to river activity and those less dependent on it. In the areas between dikes, there are mainly landscapes of natural or semi-natural community complexes. On the floodplains behind dikes, landscapes of segetal complexes dominate.

10. **Twenty-four types of habitats designated for protection (in the Habitats Directive) were identified**. They are associated with 29 types of vegetation complexes and occupy 23% of the study area. They are mainly concentrated on the floodplains between dikes along the whole stretch studied. Valuable habitats are also noticed outside the floodplains: dry grasslands on the edges of uplands in a southern part of the study area, and *Molinia* meadows with *Nardus* pastures on wetlands to the north-west of Dęblin.

The studies conducted show **an enormous diversity of vegetation in the middle Vistula River valley** both at the level of phytocoenosis as well as at higher organisation levels (complexes and landscapes). This **great typological and spatial diversity of vegetation** resulting from habitat conditions and human activities makes the Vistula

valley an example of the special natural system. This is a system of **very regular spatial distribution of vegetation types. The riverbed is the main factor determining this distribution.** Fluvial processes form habitats at present as they did in the past. Complex and landscape units that create the characteristic striped arrangement of habitats fulfil the important role of ecological corridor linking different parts of the valley (see Gacka-Grzesikiewicz ed. 1995).

The nature and structure of vegetation are also influenced by **anthropogenic factors, mainly agricultural activities, embankments and hydro-engineering constructions.** The best examples of strong and ambiguous relationships between abiotic conditions and actual vegetation are observed on floodplains (see Bravard et al. 1986; Decamps et al. 1988; Marston et al. 1995; Borysiak 1999; Deiller et al. 2001; Plit 2000, 2003; Okruszko et al. 2003; Middelkoop et al. 2005; Prach 2007).

**Vegetation, described by complex and landscape units, can serve as a good indicator of specific abiotic conditions,** like plant species and communities (Matuszkiewicz 1974; Borysiak 1994; Roo-Zielińska 2004).

**Biodiversity as a measure of vegetation-unit variety depends crucially on the intensity of human pressure.** Mosaic and shape diversity of landscapes and complexes are noticeably greatest among semi-natural units but smaller among natural units. This shows an increase in diversity at a lower degree of transformation. However, along with the growing intensity of anthropogenic impacts, there are more large and homogenous, or evenly divided units (segetal complexes). Similar relationships have been observed by M. Pietrzak in the studies of geocomplexes (1989), J. Borysiak in the landscapes of the Warta valley (1994), J. Solon in the studies of synantropisation and vegetation diversity in the vicinity of Wilga (2002), and earlier by Turner et al. (1988).

**Methods of delimitation and characteristics of spatial vegetation units, above the ecosystem level,** applied in the research, made it possible to identify the vegetation structure in the middle Vistula river valley and to single out reasons for its diversity. The presented algorithms can be used in research of vegetation structure in the other regions, with available source materials.

**The current picture of vegetation structure** presented in this paper can serve as **initial material for studies of changes in vegetation dynamics.** Results of such analysis permits selection of those systems most sensitive to human pressure, endangered and in need of protection (see Plit, Solon 1990, 1991; Kowalska 2009).

Moreover, **the model of vegetation diversity in the stretch of the Vistula valley** described will be **useful as a reference in other studies of the large Polish and European rivers.**

Translated by: Anna Kowalska

*Adres autora:*

*Anna Kowalska*

*Zakład Geoekologii i Klimatologii*

*Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania*

*im. Stanisława Leszczyckiego*

*Polska Akademia Nauk*

*ul. Twarda 51/55, 00-818 Warszawa*

*E-mail: aniak@twarda.pan.pl*

Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN im. Stanisława Leszczyckiego wydaje następujące publikacje seryjne:

*Geographia Polonica, Prace Geograficzne, Przegląd Geograficzny, Dokumentacja Geograficzna, Europa XXI, Geopolitical Studies, Bibliografia Geografii Polskiej, Atlas Warszawy oraz Atlas Rzeczypospolitej Polskiej (1993–1997) i Centralny Katalog Zbiorów Kartograficznych w Polsce (1961–2000).*

#### MONOGRAFIE

1. Kozłowska-Szczęśna T., Błażejczyk K., Krawczyk B., 1997, *Bioklimatologia człowieka. Metody i ich zastosowanie w badaniach bioklimatu Polski.*
2. Starkel L., 2001, *Historia doliny Wisły od ostatniego zlodowacenia do dziś.*
3. Kozłowska-Szczęśna T., Błażejczyk K., Krawczyk B., Limanówka D., 2002, *Bioklimat uzdrowisk polskich i możliwości jego wykorzystania w lecznictwie.*
4. Kozłowska-Szczęśna T., Krawczyk B., Kuchcik M., 2004, *Wpływ środowiska atmosferycznego na zdrowie i samopoczucie człowieka.*
5. Gawryszewski A., 2005, *Ludność Polski w XX wieku.*
6. Węclawowicz G., Bański J., Degórski M., Komornicki T., Korcelli P., Śleszyński P., 2006, *Przestrzenne zagospodarowanie Polski na początku XXI wieku.*
7. Taylor Z., 2007, *Rozwój i regres sieci kolejowej w Polsce.*
8. Matuszkiewicz J.M. (red.), 2007, *Geobotaniczne rozpoznanie tendencji rozwojowych zbiorowisk leśnych w wybranych regionach Polski.*
9. Roo-Zielińska E., Solon J., Degórski M., 2007, *Ocena stanu i przekształceń środowiska przyrodniczego na podstawie wskaźników geobotanicznych, krajobrazowych i glebowych.*
10. Gawryszewski A., 2009, *Ludność Warszawy w XX wieku.*
11. Grzeszczak J., 2010, *Gentryfikacja osadnictwa. Charakterystyka, rozwój koncepcji badawczej i przegląd wyjaśnień.*
12. Eberhardt P., 2011, *Political migrations on Polish territories (1939–1950).*

#### ATLAS WARSZAWY

6. Misztal S., 1998, *Przekształcenia struktury przemysłu Warszawy.*
7. Potrykowska A., Śleszyński P., 1999, *Migracje wewnętrzne w Warszawie i województwie warszawskim.*
8. Luniak M., Kozłowski P., Nowicki W., Plit J., 2001, *Ptaki Warszawy 1962–2000.*
9. Śleszyński P., 2006, *Przedsiębiorstwa w przestrzeni Warszawy.*
10. Degórska B., Deręgowska A., 2008, *Zmiany krajobrazu obszaru metropolitalnego Warszawy na przełomie XX i XXI wieku.*
11. Stępnia M., Węclawowicz G., Górczyńska M., Bierzyński A., 2009, *Warszawa w świetle Narodowego Spisu Powszechnego 2002.*

Sprzedaż i prenumeratę publikacji IGiPZ PAN prowadzą księgarnie:

– Warszawska Drukarnia Naukowa PAN, ul. Śniadeckich 8, 00-656 Warszawa, tel. fax (+48 22) 628 87 77, 628 76 14.

Roślinność jest jednym z ważniejszych komponentów środowiska przyrodniczego będącego istotnym elementem otaczającej nas rzeczywistości. Poszukiwania wzorców zróżnicowania roślinności toczą się w oparciu o dwie teorie: kontinuum (Gleason 1939; Whittaker 1951) i dyskontinuum (Clements 1916; Austin 1987). Ich rezultatem jest stwierdzenie, że roślinność wykazuje ciągłą zmienność wzdłuż gradientu środowiskowego, którą można opisać przez uporządkowanie według jakiegoś czynnika lub czynników ekologicznych. Równocześnie wzdłuż tego gradientu gatunki tworzą ugrupowania, a między powstającymi ugrupowaniami uwidaczniają się nieciągłości, które pozwalają wyróżnić typy zbiorowisk (podstawowe jednostki roślinności) występujące i powtarzalne w określonych warunkach bioklimatycznych, ekologicznych i historycznych (Falińska 2004). Zróżnicowanie strukturalne roślinności może być także podstawą do wyróżniania jednostek na ponadekosystemalnym poziomie organizacji biosfery. Wynika to z nieprzypadkowych, wzajemnych relacji łączących poszczególne zbiorowiska roślinne i ich zależności od wspólnych warunków środowiska.

Celem niniejszej pracy było: (1) rozpoznanie przestrzennej struktury roślinności w dolinie środkowej Wisły na dwóch poziomach organizacji: kompleksów roślinności i krajobrazów roślinnych, (2) klasyfikacja roślinności – typizacja rozpoznanych jednostek kompleksowych i krajobrazowych oraz (3) identyfikacja czynników naturalnych i antropogenicznych warunkujących jej zróżnicowanie.

Wypracowano precyzyjną metodę wyznaczania, na podstawie map roślinności i innych materiałów źródłowych, jednostek przestrzennych rangi ponadekosystemalnej oraz wykazano, że roślinność, opisana przez jednostki kompleksowe i krajobrazowe, może być wykorzystana, ze względu na silne, wzajemne zależności, jako wskaźnik warunków abiotycznych.