

Wykorzystanie zdjęć spektrostrefowych do kontroli ekspansji trzciny w Narwiańskim Parku Narodowym

Application of infrared air photography to inspection of reed expansion in Narew National Park

Paweł PRÓCHNICKI

Common reed (*Phragmites australis* L.) is one of the most common macrohydrophyt. It usually creates congeneric assemblages generally qualified as reed rushes (*Phragmitetum communis*). Large ability to expansion and vegetative reproducing as well as wide ecological amplitude are characteristic features of this plant. In the Narew National Park expanding of range of *Phragmites australis* communities is noticed during last several years. With regard for low habitat requirements common reed displaces very easily other species from many associations.

Interpretation of infrared air photos may be helpful in valuing of intensity of common reed succession. Reflecting of spectrum of infrared radiation by each plant species is different and depends on properties of chlorophyll and anatomical construction of leaves. Digital photomap of Narew National Park was applied as a basic material in my research. MicroStation, MicroStation Geographics and Image Analyst software were used in cartographic works. Photomap picture marks out with low differentiation of colours. It makes process of interpretation of photomap very difficult. To extend the range of tones the procedure of contrast stretching was applied. Reed dominated

patches are usually coloured in light pink to light red. Light red colour is characteristic for common reed communities with strong covering of rush layer, that is built by strongly leaved, high shoots. The colour of patches becomes brighter when the short-circuit of shoots decreases. Colour of patches can be also modified by numerous kinds of sedges growing in lower layer. Applied methods make distinction of common reed communities from sedge ones possible — sedges dominated associations are described by irregularly spotted texture, however *Phragmites australis* associations are usually homogeneous with regard to colour on all occupy surface. When vegetation pieces is created by high growing shoots of common reed the structure of picture is usually fine-grained passing in fledged one. Spotted texture of sedges communities pictures results from the tussock type of growth of these plants, whereas common reed has always field type of development. The observations prove, that sedge — reed dominated communities (even these ones, in which *Phragmites australis* appears in admixture) do not have spotted textures — their structure is regular fine-grained or coarse-grained. The analysis of structure and textures has been supported by use of suitable analytic filters: lowpass, Median and Kirsch.

Wprowadzenie

Trzcina pospolita (*Phragmites australis*) jest jednym z najpospolitszych gatunków makrohydrofitów. Najchętniej zajmuje siedliska podmokłe i wilgotne, porastając obszar przykorytowy rzek i brzegi jezior, ale pojawia się również na siedliskach suchszych. Często, przy sprzyjających warunkach, tworzy jednogatunkowe zbiorowiska — szuwały trzcinowe (*Phragmitetum communis*). Gatunek ten wchodzi także w skład szuwarów tu-

rzycowych, np.: *Caricetum elatae*, *Caricetum gracilis* (Bartoszuk 1996). Cechami charakterystycznymi trzciny są: duża zdolność do ekspansji, rozmnażanie wegetatywne i szeroka amplituda ekologiczna.

Na przestrzeni ostatnich kilkunastu lat na terenie Narwiańskiego Parku Narodowego obserwuje się rozszerzanie zasięgu trzcinowisk. Proces ten spowodowany jest niekorzystnym oddziaływaniem zbiornika Siemianówka, zanieczyszczeniem wód oraz stale obniżającym się poziomem wody w rzece Narew. Trzcina z racji swych

niskich wymagań, bardzo łatwo wypiera inne gatunki, dla których zmiany siedliskowe są nie do przecięcia. Proces ten, potocznie zwany „trzciniowaniem”, jest niekorzystny, głównie ze względu na:

- zmniejszanie się bioróżnorodności ekosystemów doliny — trzcina tworzy agregacje, które nie pozwalają na powrót bytujących tam wcześniej gatunków,

- zanik szuwarów turzycowych — powodujący ucieczkę z tych terenów rzadkich gatunków ptaków z rzędu siewkowe (np.: batalionów) (Lewartowski, 1996).

Pomocą w szacowaniu rozmiarów trzciniowania i planowaniu zabiegów ochronnych może być fotointerpretacja spektrostrefowych zdjęć lotniczych. Zdjęcia tego typu uznaje się za najlepszy materiał do badań szaty roślinnej (Faliński, 1990; Ciołkosz, 1999). Dzięki rejestracji podczerwieni uzyskujemy dużo większe zróżnicowanie obrazu roślinności odfotografowanej na zdjęciu. Sposób odbijania widma podczerwieni przez poszczególne gatunki roślin jest różny i zależy od właściwości chlorofilu i budowy anatomicznej liścia (największe znaczenie ma tutaj grubość tkanki miękiszu gąbczastego, jak również budowa skórki liściowej — występowanie kutykuli, nalotu woskowego, włosków). Dlatego zdjęcia spektrostrefowe stanowią dużo lepszy materiał do badań niż zdjęcia panchromatyczne i mogą służyć do pozyskiwania informacji o typie roślinności, jak również pozwalają na wnioskowanie o ich stanie biologicznym.

Materiały i metodyka

Podstawowym materiałem używanym w trakcie badań jest cyfrowa fotomapa Narwiańskiego Parku Narodowego, udostępniona przez dyrekcję tego Parku. Została ona przygotowana w skali 1:10 000 ze spektrostrefowych zdjęć lotniczych. W trakcie przygotowywania fotomapy zdjęcia poddano procesowi aerotriangulacji cyfrowej, co pozwala traktować ją jako materiał kartometryczny. Obraz osadzony został we współrzędnych zgodnych z PUWG 1965. Rozdzielczość fotomapy wynosi 500 dpi. Przy tej rozdzielczości 1 piksel odpowiada $0,25 \text{ m}^2$ w terenie.

Za podkład kartograficzny posłużyły mapy topograficzne w skali 1:10 000 w układzie 1965.

Do kameralnej obróbki fotomapy i prac kartograficznych wykorzystano następujące oprogramowanie:

- MicroStation — program typu CAD, wykorzystywany jako edytor graficzny map, pozwalający na pracę z grafiką wektorową,

- MicroStation Geographics — program służący do budowania projektów GIS, pozwalający na pełną edycję i zaawansowaną analizę danych przestrzennych,

- Image Analyst — program służący do obsługi danych rastrowych w środowisku MicroStation.

Badania terenowe prowadzono metodą poligonów fotointerpretacyjnych. Na etapie prac przygotowawczych wyznaczono pilotażowy obszar badawczy. Został nim fragment doliny i strefa przykorytowa położona niedaleko wsi Baciuty. Ma ona średnio 2 km szerokości i 1,4 km długości. Można tu odnaleźć reprezentację wszystkich podstawowych typów zbiorowisk roślinnych,

charakterystycznych dla tego fragmentu Doliny Narwi. Są to głównie łąki koszone oraz zwarte szuwały trzcinowe w pasie przykorytowym. Na obrazie tego obszaru wykreślono fotojednostki, kierując się podstawowymi cechami rozpoznawczymi, czyli fototonem, fotostrukturą i fototeksturą. Każda z fotojednostek została wyznaczona tak, aby jej obraz cechował się jednorodną barwą i strukturą.

W czasie prac terenowych, każdy poligon został scharakteryzowany zestawem dominantów roślinnych. Powstający opis nie miał charakteru zdjęcia fitosocjologicznego. Notowano obecność tylko tych gatunków roślin, które mogły mieć wpływ na odfotografowany obraz lotniczy. W celu poprawnej lokalizacji punktów spisów florystycznych, używano urządzenia GPS. Dzięki temu każdy punkt otrzymywał współrzędne geograficzne, które w prosty sposób można przenosić na fotomapę. Zebrane podczas prac terenowych informacje posłużyły jako wzorzec porównawczy i pozwoliły na stworzenie prostego klucza fotointerpretacyjnego.

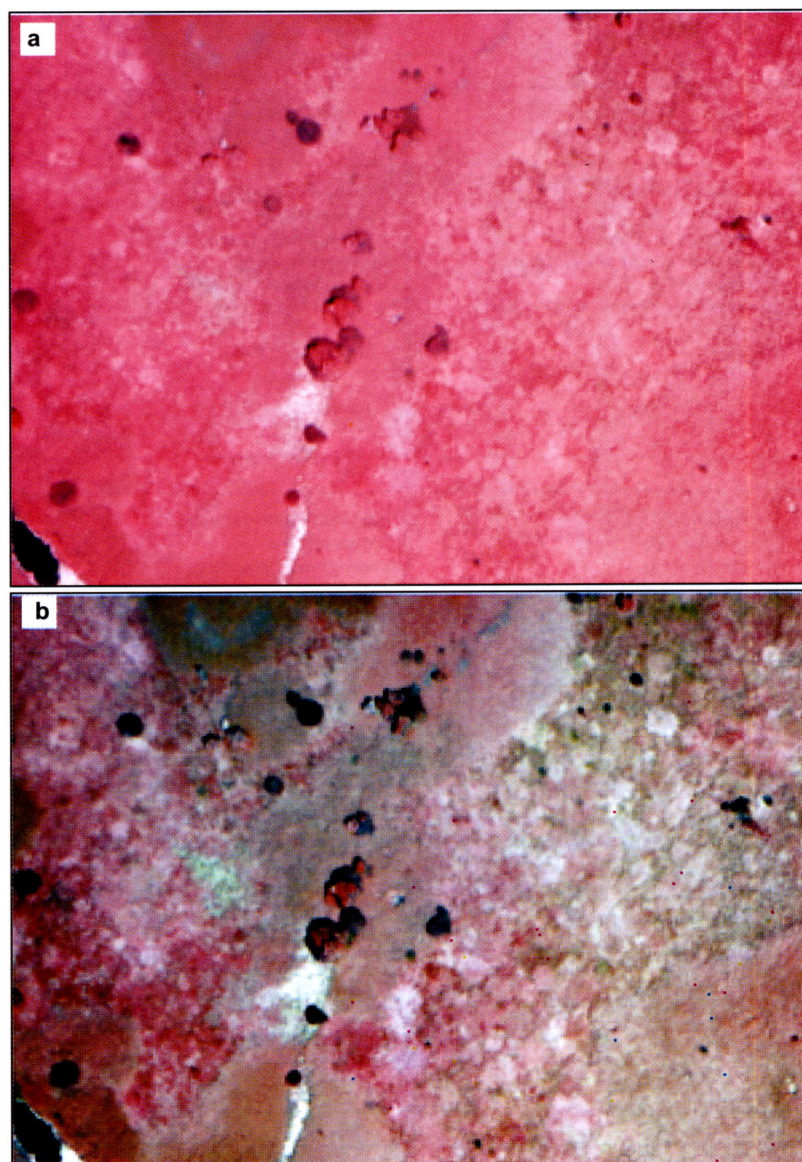
Opracowanie wyników

Wyjściowy obraz fotomapy cechuje się małym zróżnicowaniem barwnym. Dominują na nim barwy różowoczerwone, które są pochodną odbicia promieniowania podczerwonego. Stan taki utrudnia proces fotointerpretacji. Aby poszerzyć zakres obserwowanych barw, zastosowano procedurę rozciągnięcia kontrastu. Cyfrowy obraz fotomapy został zapisany w trzech kanałach barwnych: czerwonym, zielonym, niebieskim. Piksele na każdym kanale mogą przyjmować jeden z 256 poziomów szarości. Analiza histogramu poszczególnych zakresów barw wykazała, że punkty rastrowe nie zajmują całego dostępnego im zakresu (zależnie od kanału: od 1/3 do 1/2 skali). Dlatego zastosowano transformację liniową (ang. *linear stretching*) osobno dla poszczególnych kanałów: tony pikseli zostały rozciągnięte tak, aby zajmowały pełną dostępną skalę (Magnuszewski, 1999). Tak przygotowany obraz uzyskał dużo większą rozróżnialność i zakres postrzeganych kolorów (ryc. 1).

Terenowy rekonesans pozwolił stwierdzić, że trzcina może tworzyć dwa typy zbiorowisk: jednogatunkową agregację (stanowiąc 100% pokrycia płatu) lub jako składnik w szuwarach turzycowych (stanowiąc od 20 do 80% pokrycia płatu).

Analiza barwy

Płaty trzciniowisk wybarwiają się zazwyczaj w kolorach od jasnoróżowego do jasnoczerwonego. Barwa czerwona często jest modyfikowana domieszką koloru zielonego, seledynowego lub jasnosinego. Jasnoczerwona barwa charakteryzuje trzciniowiska o dużym zwarcie, złożone z wysokich, silnie ulistnionych osobników. Płaty takie występują zazwyczaj na siedliskach silnie uwilgotnionych, stąd częsta domieszka barw zielonych. Im mniejsze zwarcie osobników w płacie, tym barwa staje się jaśniejsza. Płaty takie pojawiają się na siedliskach



Ryc. 1. Obraz po rozciągnięciu kontrastu: a — obraz pierwotny, b — obraz przetworzony
 Fig. 1. Image after stretching of contrast: a — image original, b — image processed

suchszych, dlatego woda nie oddziałuje tak bardzo na powstającą barwę i nie obserwujemy w takich przypadkach pojawiania się zielonych barw. Barwa płatów może być również modyfikowana przez gatunki turzyc rosnące w tle trzciny (w przypadku płatów mieszanych turzycowo-trzciniowych). Powstaje wówczas barwa ciemnoczerwona, a jej natężenie zależy od udziału poszczególnych gatunków.

Analiza struktury i tekstury

Rozróżnienie płatów trzciniowych od płatów turzycowych jest dość proste: turzycowiska charakteryzują się nieregularnie plamistą teksturą, natomiast płaty trzciniowe są zazwyczaj jednorodnie na całej zajmowanej powierzchni. Struktura obrazu trzciny zazwyczaj jest drobnoziarnista, przechodząca w pierzastą, gdy płat składa się z wysokich, zwarto rosnących osobników. Plamista tekstura turzycowisk wynika ze sposobu wzrostu

tych roślin, który ma charakter kępowy, w przeciwieństwie do trzciny, która zawsze rozrasta się łanowo. Z obserwacji wynika, że płaty mieszane turzycowo-trzciniowe, nawet te z niewielką domieszką trzciny, nie mają charakterystycznej dla turzycowisk tekstury plamistej, a ich struktura jest w miarę jednorodnie drobnoziarnista lub gruboziarnista.

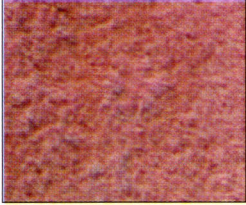
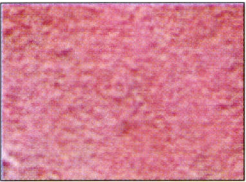
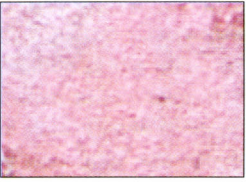
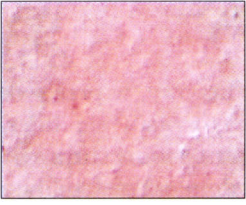
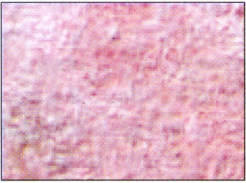
Analizę struktury i tekstury można wspomóc stosując odpowiednie filtry analityczne. Filtry te mogą uwypuklać ukryte właściwości odfotografowanego obrazu, analizując wzajemne relacje pomiędzy pikselami. Aby ułatwić rozróżnianie trzciniowisk od turzycowisk zastosowano tu zestaw trzech filtrów: dolnoprzepustowy (ang. *lowpass*), wygładzający — Median i wzmacniający krawędzie — Kirsch. Działanie tych filtrów jest oparte na operacji matematycznej, zwanej konwolucją. Każdy piksel obrazu otrzymuje nową wartość, która jest obliczona jako średnia ważona z pikseli jego otoczenia (ryc. 2).

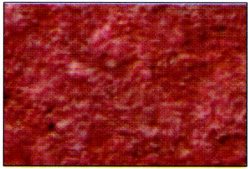

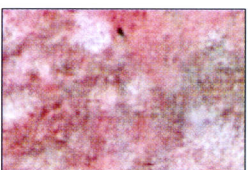

Stosowane są tutaj macierze o nieparzystej liczbie

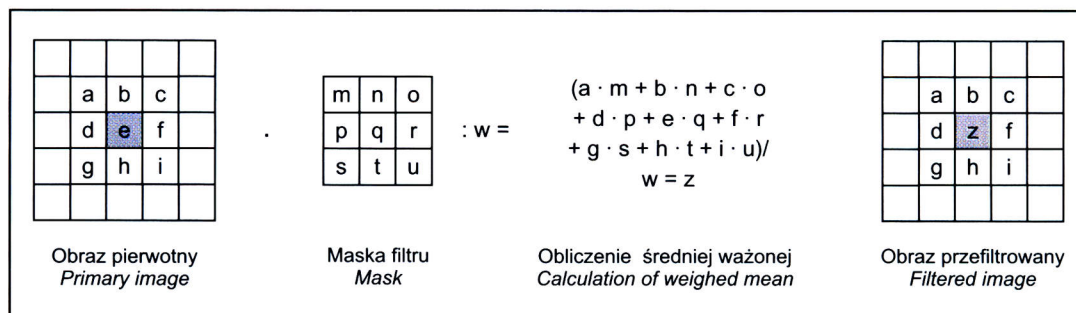
Tabela 1.

Schemat klucza fotointerpretacyjnego

The schema of photointerpretative key

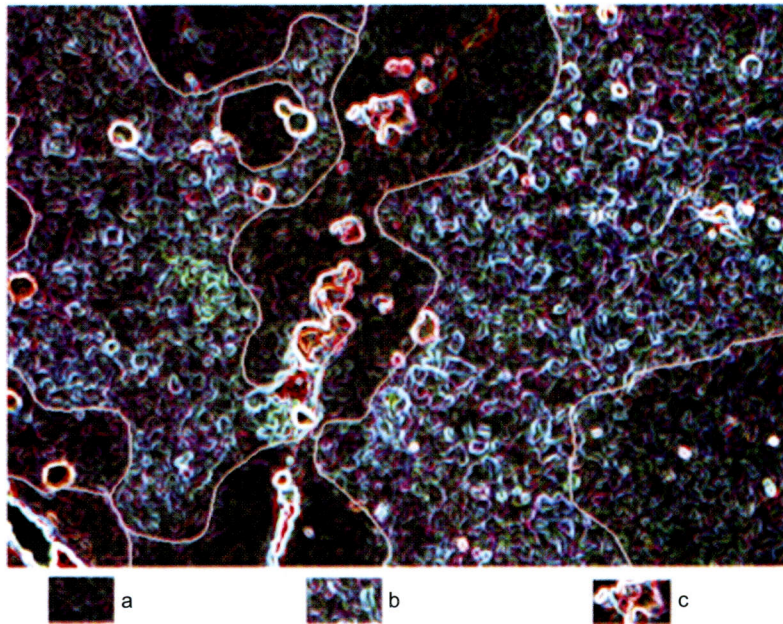
Przykładowy obraz Sample image	Skład gatunkowy Species composition	Struktura, tekstura, barwa Structure, texture, colour	Uwilgotnienie siedliska Wetting of habitat
	trzcina (100%): wysokość do 3 m, bardzo silne zwarcie <i>Phragmites australis</i> (100%): height to 3 m, very strong density	struktura pierzasta, barwa ciemnoróżowa z przebijającym kolorem sinym <i>feathery structure, dark pink colour with livid</i>	bardzo silne <i>very strong</i>
	trzcina (100%): wysokość do 2,5 m, silne zwarcie <i>Phragmites australis</i> (100%): height to 2,5 m, strong density	struktura gruboziarnista, barwa różowa <i>coars-grained structure, pink colour</i>	silne <i>strong</i>
	trzcina (100%): wysokość do 2 m, umiarkowane zwarcie <i>Phragmites australis</i> (100%): height to 2 m, moderate density	struktura drobnoziarnista, barwa jasnoróżowa z przebijającym kolorem sinym <i>fine-grained structure, bright pink colour</i>	umiarkowane <i>moderate</i>
	trzcina (90%): wysokość do 2,5 m, turzyca sztywna (10%): wysokość do 1 m, średnie zwarcie <i>Phragmites australis</i> (90%): height to 2,5 m, <i>Carex elata</i> (10%), height to 1 m, average density	struktura nieregularna, gruboziarnista, barwa jasnoróżowo-czerwona <i>irregular coarse-grained structure, bright pink-red colour</i>	średnie <i>average</i>
	trzcina (50%): wysokość do 2 m, turzyca tunikowa (30%): wysokość do 1 m, tojeść pospolita, rdest plamisty, gorysz błotny, szczaw lancetowaty(15%) średnie zwarcie, <i>Phragmites australis</i> (50%): height to 2 m, <i>Carex appropinquata</i> (30%): height to 1 m, <i>Lysimachia vulgaris</i> , <i>Polygonum persicaria</i> , <i>Peucedanum palustre</i> , <i>Rumex hydrolapathum</i> (15%): average density	struktura nieregularna, drobnoziarnista, barwa jasnoróżowa przechodząca w jasnoczerwona <i>irregular fine-grained structure, bright pink and bright red colour</i>	silne <i>strong</i>

Przykładowy obraz <i>Sample image</i>	Skład gatunkowy <i>Species composition</i>	Struktura, tekstura, barwa <i>Structure, texture, colour</i>	Uwilgotnienie siedliska <i>Wetting of habitat</i>
	trzcina (30%): wysokość do 1,5 m, turzyca sztywna (70%): wysokość do 1 m, umiarkowane zwarcie <i>Phragmites australis</i> (30%): <i>height to 1,5 m,</i> <i>Carex elata</i> (70%): <i>height to 1 m,</i> <i>moderate density</i>	struktura mieszana, drobno- i gruboziarnista, barwa ciemnoczerwona <i>mixed fine- and coarse-grained</i> <i>structure,</i> <i>dark red colour</i>	umiarkowane <i>moderate</i>
	turzyca sztywna (100%): wysokość do 1,5 m, kępowa, silne zwarcie <i>Carex elata</i> (100%): <i>height to 1,5 m,</i> <i>clump,</i> <i>strong density</i>	tekstura plamista, barwa czerwona i różowa z przebijającą siną <i>spotted texture,</i> <i>red and pink colour with livid</i>	umiarkowane <i>moderate</i>
	turzyca sztywna (70%), turzyca zaokrąglona (30%): wysokość do 1 m, kępowe, średnie zwarcie <i>Carex elata</i> (70%), <i>Carex gracilis</i> (30%): <i>height to 1 m,</i> <i>clump,</i> <i>average density</i>	tekstura plamista, barwa czerwonoróżowa z domieszką sinozieloną <i>spotted texture,</i> <i>red-pink colour with livid</i>	umiarkowane <i>moderate</i>
	turzyca sztywna (100%): wysokość do 1 m, kępowe, średnie zwarcie <i>Carex elata</i> (100%), <i>height to 1 m,</i> <i>average density</i>	struktura nieregularna, gruboziarnista, barwa jasnoróżowo-czerwona <i>irregular coarse-grained structure,</i> <i>bright pink-red colour</i>	średnie <i>average</i>

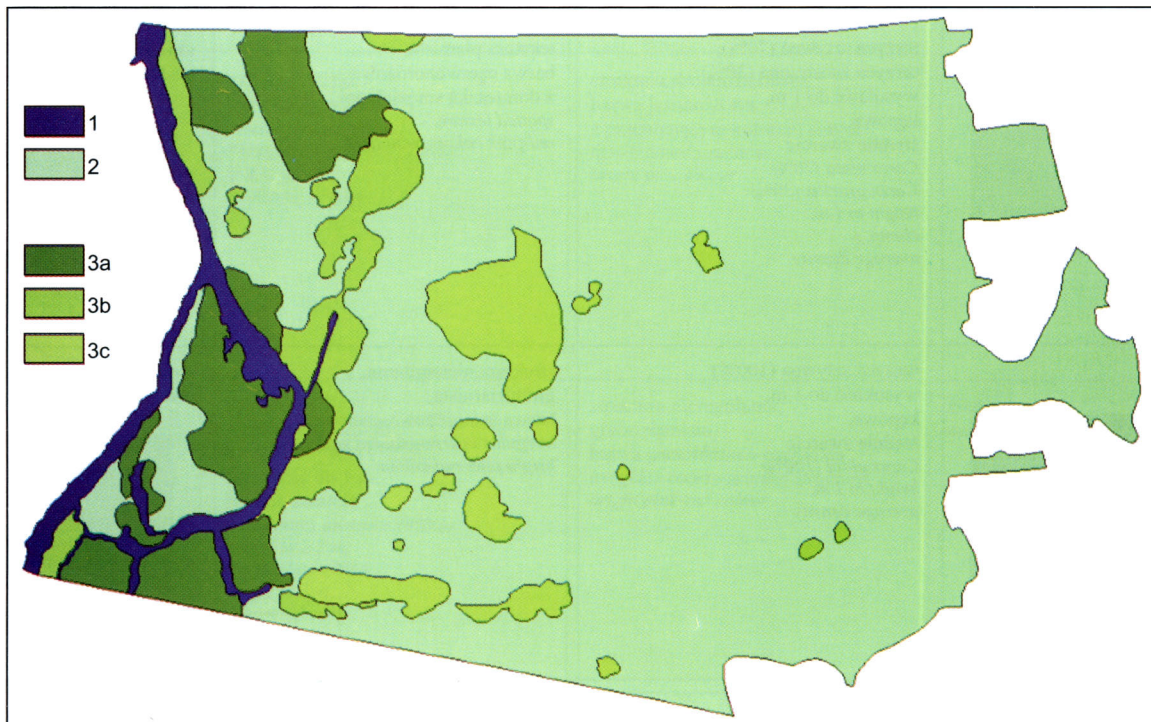


Ryc. 2. Schemat działania filtrów analitycznych (za: Magnuszewski, 1999)

Fig. 2. The schema of effects analytic filters (Magnuszewski, 1999)



Ryc. 3. Obraz przetworzony filtrem Kirsch: A — szuwar trzcinowy, B — szuwar turzycowy, C — grupy krzewów
 Fig. 3. Image converted with filter Kirsch: A — reeds, B — rushes of sedge, C — scrub



Ryc. 4. Mapa fotointerpretacyjna poligonu Baciuty: 1 — wody, 2 — szuwar turzycowy, 3 — szuwar trzcinowy o pokryciu: a — 100-70%, b — 70-40%, c — 40-20%

Fig. 4. Photointerpretative map of range Baciuty: 1 — water, 2 — rushes of sedge, 3 — rushes of reeds in cover: a — 100-70%, b — 70-40%, c — 40-20%

kolumn i wierszy (zazwyczaj — 3×3), tak aby była zachowana symetria współczynników wagowych w sąsiedztwie przetwarzanego punktu (Magnuszewski, 1999). Pierwsze dwa filtry: dolnoprzepustowy (usuwiający zakłócenia i tzw. szumy) oraz wygładzający — są filtrami przygotowującymi obraz przed działaniem właściwego filtra Kirsch. Filtr ten wykorzystuje dwie macie-

rze, w których użyto specjalnie skonstruowanych masek o wartościach rozłożonych asymetrycznie (Intergraph, 1997). Taka konstrukcja umożliwia wzmacnianie na obrazie układów kolistych i eliptycznych czyli takich które różnicują szuwały turzycowe od trzcinowych (ryc. 3).

Wnioski

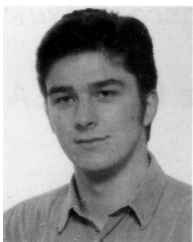
Zdjęcia spektrostrefowe są bardzo dobrym materiałem do badania szaty roślinnej ekosystemów dolin rzecznych. Interpretacja obrazu szuwarów wysokich takich makrohydrofitów jak trzcina pospolita nie sprawia większych problemów. Ich obraz na zdjęciach reprezentowany jest przez skończoną liczbę kombinacji struktur i barw. Nawet bez szczegółowych badań terenowych można dokładnie określać zasięgi zbiorowisk i pozyskiwać informację o ich jakości: zwarciu i udziale pokrycia tego gatunku w danym płacie (ryc. 4).

Zastosowanie w procesie fotointerpretacyjnym technik cyfrowych może w znacznym stopniu podnieść efektywność pracy, a uzyskiwane wyniki mogą być pełniejsze i dokładniejsze. Przetwarzanie obrazów filtrami ras-

trowymi pozwala uwypuklać cechy obrazu, które przy stosowaniu technik tradycyjnych są nierozpoznawalne.

Literatura

- Bartoszuk H., 1996: Zbiorowiska roślinne Narwiańskiego Parku Krajobrazowego [w:] *Zeszyty problemowe postępów nauk rolniczych*, 428, Falenty.
- Ciołkosz A., Miszański J., Ołędzki J.R., 1999: *Interpretacja zdjęć lotniczych*, PWN, Warszawa.
- Faliński J.B., 1990: *Kartografia geobotaniczna*, PPWK, Warszawa-Wrocław.
- Intergraph Corp., 1997: *Image Analyst User's Guide*.
- Lewartowski Z., 1996: Waloryzacja awifauny łęgowej Doliny Górnej Narwi i konieczność jej ochrony [w:] *Zeszyty problemowe postępów nauk rolniczych*, 428, Falenty.
- Magnuszewski A., 1999: *GIS w geografii fizycznej*, PWN, Warszawa.



Mgr inż. Paweł Próchnicki (ur. 1973 r.), asystent w Zakładzie Ekologii Krajobrazu Politechniki Białostockiej. Główne zainteresowania to: wykorzystanie GIS i teledetekcji w badaniach środowiska przyrodniczego.

Adres do korespondencji:
pawelp@cksr.ac.bialystok.pl
lub ul. Wiejska 45a, 15-351 Białystok,
tel (0-85) 747-02-13.