

# FOTOINTERPRETACJA W GEOGRAFII

## 24 PROBLEMY TELEGEODATA

WARSZAWA 1994



Teresa Kozłowska, Wojciech Rogowski  
Piotr Banaszek\*

### Ocena uwilgotnienia siedlisk łąkowych metodą tradycyjną oraz teledetekcji satelitarnej\*\*

*Assessment of humidity of meadow habitats with traditional methods  
and satellite remote sensing\*\*\**

All the permanent grasslands in Poland are classified into three types: lowland valley, lowland out-of-valley and mountainous. Among these three the first ones dominate (some 86%). Due to their location — in the river valleys and in other lows — the valley grasslands usually form larger areas or green belts along the water flows. This is extremely important in view of the possibility of their identification with the help of satellite images. Permanent grasslands exist on hydrogenic soils, which were created under the influence of definite setting of water conditions, shaped by the nature of the water basin. The hydrogenic habitats, typical for this kind of land use, are characterized by large differentiation of conditions, especially of the moisture level: from the boggy ones, periodically excessively humid, through moderately moist, periodically drying, down to permanently dry ones.

Acquisition of reliable data for determination of the moisture conditions of habitats located on permanent grasslands is difficult and cumbersome, since it requires the conduct of soil humidity measurements over long, often multiannual, periods of time.

High labour intensity of the above method motivated the authors to undertake the attempts of using phytosociological methods for the same purpose. The moisture conditions in the habitat — given adequate level of cultivation — are expressed by the plant communities which exist there. Owing to adapta-

tion of plants to changes in the soil moisture conditions the specie composition of the plant community can be accepted as a good indicator characterizing moisture conditions of meadow habitats.

The method of phytoindication is based upon the knowledge of the humidity amplitudes of the indicator plants, expressed through discriminant series, and contains characteristic set of species related to the habitats of definite moisture situation (Oświt, 1992). This makes it possible to classify a given habitat within a definite moisture group.

The phytoindicative method of determining humidity of habitats was compared with the remote sensing method.

Satellite images were used for this purpose: 1/4 of the scene no. 189/24 of the satellite Landsat TM, taken on May 3rd, 1987, encompassing almost whole province of Piotrków was available for the exercise.

For determination of the level of humidity the normalized difference of vegetation index (NDVI) was applied, calculated as  $(IR-R)/(IR+R)$ , see Tucker (1979) and Crippen (1990).

In order to obtain higher resolution the NDVI values are transformed into integer numbers by adding 1 and multiplying by 127, so as to get the NDVI image in appropriate grey levels (light grey — high values of NDVI, dark grey — low values of NDVI) on the monitor screen.

The assessment of humidity of habitats carried out with the

\* Dr inż. Teresa Kozłowska, Mgr Piotr Banaszek, Instytut Melioracji i Użytków Zielonych, Zakład Urządzania Rolniczej Przestrzeni Produkcyjnej, Falenty, 05-090 Raszyn. Tel.: (48 22) 56 05 31 w. 239, Fax: (48 22) 628 37 63.

Mgr Wojciech Rogowski, Ministerstwo Finansów, Tel.: 694 37 88, ul. Świętokrzyska 12, 00-916 Warszawa.

\*\* Referat wygłoszony na XV Ogólnopolskiej Konferencji Fotointerpretacji i Teledetekcji, Warszawa, 21 września 1994 r.

\*\*\* Paper presented at the XV Polish Conference of Photo-interpretation and Remote Sensing, held in Warsaw on September 21st, 1994.

phytoindication method shows high agreement with the results to date, obtained through soil analyses and with the values of NDVI determined on the basis of remote sensing, see Table 2. The plant-based method is less labour intensive and with good knowledge of plant communities can be used in the future in remote sensing for comparative purposes.

Other conclusions drawn from the studies conducted are as follows:

— with the help of simple correlation of two spectral channels recorded by the satellite it was not possible to discern on

the satellite images the moisture conditions of the permanent grasslands within the test fields analysed;

— in conditions of application of an average level of cultivation high agreement was observed between the values of NDVI and the moisture assessments made through soil and phytosociological analyses;

— the use of NDVI for purposes of distinction of dry and permanently excessively humid habitats, characterized by critical moisture level (persisting shortage or excess of moisture), requires an additional analysis of satellite images from the period of summer drought.

## Wprowadzenie

W Polsce wszystkie użytki zielone dzielą się na trzy typy: niżowe dolinowe, niżowe pozadolinowe i górskie. Wśród nich dominują użytki zielone niżowe dolinowe (około 86%). Z racji położenia — w dolinach rzecznych i obniżeniach terenowych, użytki zielone dolinowe przeważnie tworzą większe kompleksy lub zielone pasy obok cieków wodnych. Jest to niezmiernie istotne ze względu na możliwości ich identyfikacji za pomocą zdjęć satelitarnych. Użytki zielone występują na glebach hydrogenicznych, gleby te powstały pod wpływem określonych układów warunków wodnych, kształtowanych charakterem zlewni. Typowe dla tych użytków siedliska hydrogeniczne charakteryzują się bardzo dużym zróżnicowaniem warunków, szczególnie uwilgotnienia: od bagiennych, okresowo nadmiernie uwilgotnionych, umiarkowanie wilgotnych, okresowo podsychnających, do stale suchych.

O możliwościach produkcyjnych użytków zielonych, poza pratotechniką, decydują warunki wilgotnościowe i ich dynamika. Jednocześnie kształtowanie na użytkach zielonych odpowiednich warunków wilgotnościowych powinno zapewnić nie tylko warunki do prawidłowego ich użytkowania, ale i ochronę siedlisk łąkowych przed degradacją. Dlatego tak ważnym jest określenie uwilgotnienia i jego dynamiki w siedliskach łąkowych, w sposób obiektywny, wyrażony liczbowo, dający się porównać.

## Badania terenowe

W roku 1994 wybrano 30 reprezentatywnych pól testowych na użytkach zielonych położonych w dolinach rzek: Luciąża, Wolbórka i Pilsia w województwie piotrowskim. W ich obrębie określono:

- rodzaj gleby i jej właściwości fizyko-wodne;
- wilgotność chwilową w % objętościowych, w charakterystycznych okresach wegetacji (4x w roku);
- wahania poziomów wód gruntowych;
- skład florystyczny, określany metodą Klappa, zbiorowisk roślinnych występujących przed zbiorem pierwszego pokosu.

Uzyskanie miarodajnych danych do określenia warunków wilgotnościowych siedlisk na użytkach zielonych jest trudne i kłopotliwe, gdyż wymaga prowadzenia

pomiarów wilgotności gleb przez długi okres, często wieloletni. Dodatkową trudnością jest to, że uwilgotnienie gleb jest procesem dynamicznym, zmieniającym tak się w ciągu sezonu wegetacyjnego, jak i w poszczególnych latach.

Duża pracochłonność powyższej metody skłoniła autorów do podjęcia próby wykorzystania do tego celu metod fitosocjologicznych. Wyrazem warunków wilgotnościowych w siedlisku, przy odpowiednim poziomie pratotechniki, są występujące tam zbiorowiska roślinne. Dzięki dostosowywaniu się roślin do występujących zmian w uwilgotnieniu gleby, skład gatunkowy zbiorowiska roślinnego można przyjąć jako dobry wskaźnik charakteryzujący warunki wilgotnościowe siedlisk łąkowych. Metoda fitoindykacji opiera się o znajomość amplitudy wilgotności roślin wskaźnikowych, ujętych w szeregi rozdzielcze i zawiera charakterystyczny zestaw gatunków dla siedlisk o określonym stanie uwilgotnienia (Oświł, 1992). Pozwala ona na zakwalifikowanie danego siedliska do określonej grupy wilgotnościowej.

## Badania kameralne

Do określenia warunków wilgotnościowych siedlisk, na użytkach zielonych, spróbowano wykorzystać zdjęcia satelitarne. Dysponowano 1/4 sceny nr 189/24 z satelity Landsat TM, z dnia 3.05.1987 roku. Na zdjęciu tym przedstawione jest prawie całe województwo piotrowskie. W analizie wykorzystano zarówno zdjęcia oryginalne jak i przetworzone w Ośrodku Teledetekcji i Informacji Przestrzennej — OPOLIS Instytutu Geodezji i Kartografii, pod kierunkiem prof. A.Ciołkosza.

Na przetworzonym obrazie satelitarnym, w skali 1:50 000, wybrano stanowiska badawcze (pola testowe), różniące się między sobą warunkami wilgotnościowo-glebowymi. Ich wielkość wynosiła minimum 9 pikseli (3 × 3) i obejmowała powierzchnię około 0,81 ha. Przy wyborze danego stanowiska strano się zachować, w jego obrębie, warunek spektrometrycznej jednorodności pikseli, jednakowe warunki wilgotnościowo-glebowe oraz jednolitość zbiorowisk roślinnych. Przy lokalizacji stanowisk badawczych posługiwano się mapami topograficznymi.

Do określenia poziomu uwilgotnienia siedlisk wykorzystano znormalizowany wskaźnik różnic wegetacyjnych (NDVI) wyliczony według wzoru IR-R/IR+R

(Tucker, 1979; Crippen, 1990). Dla uzyskania wyższej rozdzielczości NDVI, uzyskane wartości zaokrąglą się do liczb całkowitych, dodaje 1, a następnie mnoży przez 127. Po tych zabiegach można przedstawić na monitorze komputera wartości NDVI, w postaci szarego obrazu półtonalnego. Jasnoszare tony odpowiadają wysokim wartościom NDVI, a ciemnoszare — niskim.

## Wyniki badań

Zbiorowiska łąkowe, w danych warunkach siedliskowych, przy prawidłowej pratotechnice, występują na użytkach zielonych przez wieloletnia. Podlegają one jednak zmianom, zarówno sezonowym jak i, w zależności od warunków meteorologicznych, mogą zmieniać się w poszczególnych latach. Trwałość szaty roślinnej zbiorowisk łąkowych stwarza możliwość ich badania praktycznie przez cały sezon wegetacyjny.

Jednak ze względu na wielokrotne użytkowanie (pokosy, wypas) występuje duże zróżnicowanie wysokości runi. Utrudnia to prawidłowe wnioskowanie, na podstawie obrazów satelitarnych, zarówno o warunkach siedliskowych jak i o samej roślinności łąkowej. Należy tu zwrócić uwagę na bardzo dobrze dobrany termin zdjęcia satelitarnego, którym dysponowano w tych badaniach. Było ono wykonane na początku okresu pełni wegetacji, gdy trawy są w fazie krzewienia. Na początku maja nie ma jeszcze zróżnicowania wysokości runi, wynikającego ze sposobu użytkowania. Wiosna jest okresem najintensywniejszego krzewienia się traw (Rutkowska, 1976). Rezultatem krzewienia się jest zagęszczenie liści i pędów poszczególnych roślin oraz intensywniejsza fotosynteza, wskutek zwiększonej powierzchni asymilacji. Wiosną trawy krzewią się z pączków, które zawiązały się w ubiegłym sezonie wegetacyjnym, a o ich ilości decydują, oprócz czynników pratotechnicznych, warunki wilgotnościowe w danym siedlisku. Optymalne uwilgotnienie siedliska sprzyja wyrównaniu krzewienia. Zarówno nadmiar jak i niedobór wody hamuje krzewienie. I w ten sposób, pomimo, że wiosną nie występuje niedobór wilgoci, to poprzez ilość i jakość zawiązanych pączków krzewienia w ubiegłym roku, rośliny mają „zakodowane” w swoim rozwoju, występujące tam warunki siedliskowe.

Wybrane stanowiska badawcze znacznie różniły się między sobą warunkami glebowymi. Gleby w nich występujące należą do trzech klas: gleb pobagiennych, gleb bagiennych i gleb napływowych. Dominuje jednak pierwsza klasa gleb (tabela 1). Przewaga powierzchniowa gleb pobagiennych w tych badaniach wynika z faktu, że występują one zwykle w większych kompleksach i posiadają bardziej jednorodny charakter. Umożliwiło to łatwiejsze wydzielenie pól testowych na obrazach satelitarnych. Najliczniej reprezentowane są gleby torfowo-murszowe (12 stanowisk), z przewagą gleb słabo zamulonych (7 stanowisk). Na badanych użytkach zielonych przeważają gleby lekko kwaśne do kwaśnych (pH 5,7-5,0). Zwykle łąki o dobrej produktywności miały gleby o odczynie, od lekko kwaśnego do zasadowego. Anali-

zowane gleby charakteryzowały się dobrą zasobnością w fosfor, cynk, mangan i były dość zasobne w miedź, a ubogie w magnez, wapń i sód.

Tabela 1

Rodzaj gleby a wartość wskaźnika NDVI (wybrane pola testowe)  
Soil type vs. NDVI value (selected test fields)

Lp No	Nazwa punktu Location name	Rodzaj gleby Soil type	Wartość NDVI value
1	Gorzędów 5	Czarna ziemia murszasta <i>Black earths muckous (D 23)</i>	177
2	Woźniki 23	Deluwialna próchniczna lekka <i>Deluvial humous light (E 31)</i>	192
3	Piekary 28	Deluwialna próchniczna lekka <i>Deluvial humous light (E 31)</i>	175
4	Szczepanowice 6	Torfowo-murszowa głęboka <i>Deep peet-moorsh (muck)</i> (Mt II cc)	186
5	Świątyniki 25	Torfowo-murszowa głęboka <i>Deep peet-moorsh (muck)</i> (Mt II cc)	185
6	Szczerców 7	Torfowo-murszowa głęboka <i>Deep peet-moorsh (muck)</i> (Mt II cc)	176
7	Wolbórz 27	Torfowo-murszowa głęboka <i>Deep peet-moorsh (muck)</i> (Mt II cc)	172
8	Wielkoszowice 17	Torfowo-murszowa głęboka <i>Deep peet-moorsh (muck)</i> (Mt II cc)	158
9	Wierzchy Kluckie 12	Torfowo-murszowa głęboka <i>Deep peet-moorsh (muck)</i> (Mt II bc)	166
10	Podwódka 14	Torfowo-murszowa głęboka <i>Deep peet-moorsh (muck)</i> (Mt II ac)	172
11	Wierzchy Kluckie 11	Torfowo-murszowa na płasku luźnym <i>Peet-moorsh developed over loose sand (Mt I al)</i>	167
12	Wilkoszewice 18	Mineralno-murszowa <i>Mineral moorshy (mucky)</i> (Mr 11)	182
13	Wilkoszewice 16	Mineralno-murszowa <i>Mineral moorshy (mucky)</i> (Mr 11)	173
14	Rozprza 19	Mineralno-murszowa <i>Mineral moorshy (mucky)</i> (Mr 11)	170
15	Parzno 9	Mineralno-murszowa <i>Mineral moorshy (mucky)</i> (Mr 11)	167
16	Parzno 8	Mineralno-murszowa <i>Mineral moorshy (mucky)</i> (Mr 11)	161
17	Imielnia	Torfowa z torfu niskiego <i>Low peet (Pt I bc)</i>	143
18	Rozprza 20	Murszowata właściwa <i>Proper mucky over tron horizon (Me 2<sub>Fe</sub> Fe)</i>	180
19	Wolbórz 26	Murszasta <i>Muckous (Ml 11)</i>	163

A.Ciołkosz, J.Miszalski i J.R.Oleńdzki (1986) wskazują na brak związku pomiędzy rodzajem gleby a odpowiedzią spektralną uzyskaną z użytków zielonych. Podobne spostrzeżenie wynikało już ze wstępnych, referowanych tu badań. Rodzaj gleby nie powoduje róż-

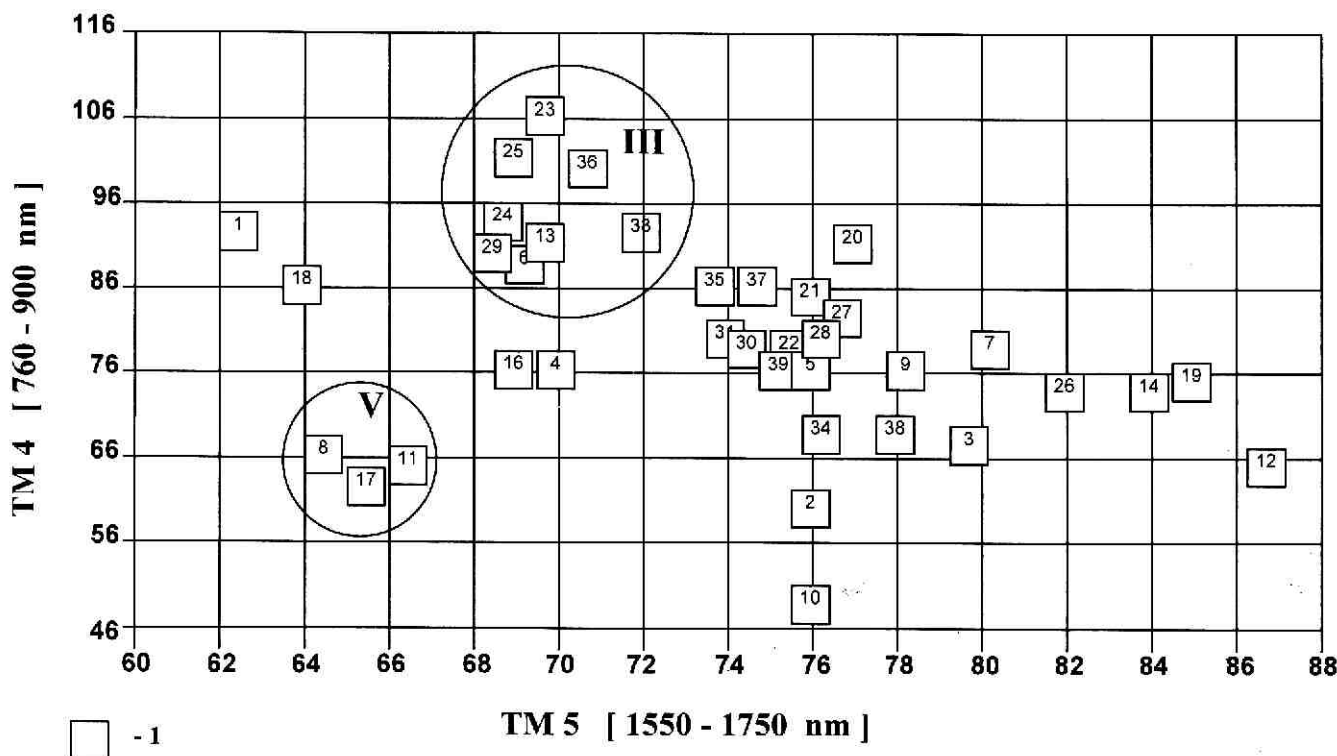
nicowań w wartościach NDVI. Przy tym samym rodzaju gleby uzyskano różne wartości NDVI i odwrotnie, różne rodzaje gleb dawały podobne wartości NDVI.

Dalsze badania na wybranych polach testowych, wykazały istnienie związku pomiędzy uwilgotnieniem siedlisk a ich odbiciem spektralnym, zarówno na zdjęciach oryginalnych jak i przetworzonych przez IGiK-OPOLIS. Związek ten uaoaczał się w różnej tonacji czerwieni. Najintensywniejsze zabarwienie uzyskano w siedliskach umiarkowanie wilgotnych. Pogorszenie warunków wilgotnościowych w klerunku nadmiernego lub niedoborowego uwilgotnienia, zawsze powodowało zmianę zabarwienia z czerwieni na róż w różnych odcieniach, a nawet zmianę barwy na zieloną.

Komputerowa analiza obrazów, (dla wybranych pól testowych) utworzonych z porównania kanałów TM 4 i TM 3, TM 4 i TM 5 oraz TM 4 i TM 7 pozwoliła na pogrupowanie pól testowych. Na rycinie 1 pokazano, jako przykład, zgrupowania pól testowych w dwuwymiarowej przestrzeni utworzonej przez porównanie odpowiedzi spektralnej z kanałów: TM 4 i TM 5. Wyraźnie wydzieliła się siedliska bagienne (nr 10) oraz mokre (nr 8, 11, 17). W siedliskach umiarkowanie wilgotnych (grupa III) znalazło się pole okresowo nadmiernie uwilgotnione (nr 6). Natomiast pozostałe pola testowe, pomimo występujących różnic w warunkach wilgotnościowych (okresowo podsychnające, suche, okresowo nadmiernie uwilgotnione i umiarkowanie wilgotne) zgrupowały się obok siebie. Również nie wszystkie pola testowe, okresowo podsychnające lub umiarkowanie wilgotne występują obok siebie. Podobne zgrupowania pól

testowych w nieco zmienionej konfiguracji uzyskano przy analizie kanałów TM 7 i TM 4 oraz TM 4 i TM 3, bez możliwości wyciągnięcia jednoznacznych wniosków odnośnie konfiguracji zgrupowań w zależności od warunków wilgotnościowych. Prawdopodobnie istnieją inne czynniki, bardziej różnicujące analizowane pola testowe niż warunki wilgotnościowe.

W celu wyeksponowania istniejących różnic w odbiciu spektralnym, obliczono wskaźnik NDVI. Uzyskano duże zróżnicowanie wskaźnika NDVI, w zależności od uwilgotnienia siedlisk (tabela 2). Wskaźnik NDVI przyjmuje najwyższą wartość w siedliskach umiarkowanie wilgotnych, nieco niższą w okresowo podsychnających, jeszcze niższą w okresowo nadmiernie uwilgotnionych. W siedliskach suchych i mokrych wartości NDVI są niskie i posiadają podobne wartości liczbowe. W obu siedliskach roślinność łąkowa była o niskiej żywotności, niezależnie od uwilgotnienia (niedoboru lub nadmiaru wilgoci). Ponieważ stan uwilgotnienia, a także ich różnicowanie na zdjęciach satelitarnych, zależy od rozwoju roślinności występującej na tych siedliskach, konieczne jest dysponowanie zdjęciami z lata, kiedy to występuje minimum uwilgotnienia. Dodatkowych badań wymagają również siedliska łąkowe (rozlewiskowe i zastoiskowe), nadmiernie uwilgotnione, ale jednocześnie bardzo żyzne i posiadające bujną roślinność. W badanym terenie nie znaleziono odpowiedniej powierzchni tych siedlisk. Podobnie jak poprzednio, nie było problemu z wyróżnieniem siedlisk bagiennej. Spotyka się jednak w terenie siedliska łąkowe, których wartość NDVI jak i zabarwienie przetworzonego obrazu satelitarnego suger-



Ryc.1. Zgrupowania pól testowych, siedlisk na użytkach zielonych, w dwuwymiarowej przestrzeni spektralnej: TM-4 i TM-5. 1 — numer pola

Fig.1. Clusters of test fields, habitats within the permanent grasslands, in the two-dimensional spectral space: TM-4 and TM-5. 1 — field number



ruje inne uwilgotnienie niż to jest w rzeczywistości (2 siedliska na 30 badanych — tabela 2). Niezgodności te lub raczej nieściśności są wynikiem całkowitego zaniechania na użytkach zielonych pratotechniki (pielęgnacji, nawożenia, zbioru). Przykładem jest siedlisko umiarkowanie wilgotne o numerze 12, gdzie z braku

liściennych (poniżej 25%), o różnicowanej żywotności. Rośliny motylkowe występowały w niewielkich ilościach i zawartość ich była poniżej 1%. Z traw przeważały wartościowe gatunki w różnych proporcjach, w zależności od warunków siedliskowych jak: *Poa pratensis*, *Alopecurus pratensis*, *Dactylis glomerata* i *Lolium*

Tabela 2

Porównanie wartości NDVI a uwilgotnienie gleb łąkowych w zróżnicowanych siedliskach łąkowych  
Comparison of the NDVI values and the moisture of meadow soils within the differentiated meadow habitats

Siedlisko Habitat	Rodzaj gleby* Soil type	Wahania poziomu wody gruntowej (w cm) Fluctuations of groundwater level (in cms.)	Wahania wartości pF <sup>1)</sup> Fluctuations of the pF value	Liczby wilgotnościowe <sup>2)</sup> Moisture numbers NDVI
Suche Dry	Mi	>100	2,0-4,2	4,8-5,0
Okresowo podsychające Seasonally drying	E31 D23 Mnr 11 Mtn c ne	58-100 (145) <sup>3)</sup>	1,4-3,7	5,5-5,8
Umiarkowanie wilgotne	E31 Ml II cc Mt I ac Mt e2 Fe	30-70 (126) <sup>3)</sup>	1,0-3,1	5,8-6,2
Okresowo nadmiernie uwilgotnione Seasonally excessively moist	Mnr 11 Mt II bc	15-75	0,4-3,0	6,2-6,4
Mokre Wet	Mt I a1 Mt II cc	5-60	0,0-2,0	6,4-7,5
Bagienne Boggy	Pt I bc	10-20	0,0-1,0	9
Przykłady niezgodności Examples of inconsistencies				
Umiarkowanie wilgotne nr 12 Moderately moist No 12	Mt II bc	37-75	1,7-2,7	6,0
Okresowo nadmiernie uwilgotnione nr 6 Seasonally excessively moist No 6	Mt II cc	18-90	1,3-3,0	6,3

\* patrz tabela 1, See table 1.

<sup>1)</sup> Wilgotność krytyczna pF = 3,0, Critical moisture pF = 3,0; punkt trwałego wędnięcia pF = 4,2, Point of irreversible fading pF = 4,2.

<sup>2)</sup> Wyliczone metodą fitoindykacji, Calculated with the phytoidication method (Oświt, 1992).

<sup>3)</sup> W nawiasach podano wartość p.w.g. dla gleb mineralnych. The value of soil indicator for mineral soils is given in the brackets.

nawożenia wypadły wartościowe trawy, a pojawiły się trawy siedlisk głodowych oraz turzyce i mchy. Natomiast w siedlisku okresowo nadmiernie uwilgotnionym nr 6, przy niedostatecznym nawożeniu i dużych wahaniami poziomu wód gruntowych wytworzył się bogaty florystycznie zespół *Cirsio-Polygonatum*. Zespół ten w okresach o niskich opadach rozwija się bujnie. Wynika to z obniżenia się poziomu wód gruntowych i uruchomienia mineralizacji substancji organicznej, powodującej uwalnianie się azotu. Sprzyja to rozwojowi roślin. A ponieważ udział roślin dwuliściennych o dużej powierzchni liściowej (około 41%) jest znaczny, to w efekcie ich bujnego rozwoju uzyskujemy wysoką wartość wskaźnika NDVI.

W siedliskach umiarkowanie wilgotnych, okresowo podsychających i suchych, występowały zbiorowiska trawiaste z nieznacznym udziałem ziół i chwastów dwu-

perenne. W siedliskach okresowo nadmiernie uwilgotnionych występowały zbiorowiska ziołowo-trawiaste i turzycowo-trawiaste o średniej żywotności, a w siedliskach mokrych — zbiorowiska trawiasto-turzycowe, ziołowo-trawiasto-turzycowe lub turzycowe.

Ocena uwilgotnienia siedlisk metodą fitoindykacji wykazuje dużą zgodność z dotychczasowymi ocenami za pomocą badań glebowych oraz wartościami wskaźnika NDVI (tabela 2). Metoda ta jest mniej pracochłonna i przy dobrej znajomości roślinności może być w przyszłości wykorzystywana w teledetekcji do celów porównawczych i kontroli wiarygodności analiz teledetekcyjnych środowiska użytków zielonych.

## Wnioski

1. Za pomocą prostej korelacji dwóch kanałów spektralnych zarejestrowanych na urządzeniu TM nie udało się na obrazach satelitarnych rozróżnić warunków wilgotnościowych użytków zielonych badanych pól testowych.

2. W warunkach stosowania przeciętnego poziomu pratotechniki wystąpiła duża zgodność wskaźnika NDVI

z uwilgotnieniem siedlisk łąkowych, określonych na podstawie badań glebowych i fitosocjologicznych.

3. Rozróżnienie za pomocą wskaźnika NDVI siedlisk suchych i stale nadmiernie uwilgotnionych, charakteryzujących się krytycznym uwilgotnieniem, stałym niedoborem bądź nadmiarem wilgoci wymaga dodatkowej analizy obrazów satelitarnych Landsat TM, wykonanych w okresie letniej suszy.

## Literatura

Ciołkosz A., Miszalski J., Olędzki J.R., 1986: *Interpretacja zdjęć lotniczych*. Wydanie 2, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa.

Crippen R.E., 1990: Calculating the vegetation index faster. *Remote Sensing of Environment*, Vol. 34, No 1, ss. 71-73.

Oświt J., 1992: Identyfikacja warunków wilgotnościowych w siedliskach łąkowych za pomocą wskaźników roślinnych (metoda fitoindykacji). in: *Hydrogeniczne siedliska wilgotnościowe*. Instytut Melioracji i Użytków Zielonych, Biblioteczka Wiadomości, Nr 79.

Rutkowska B., 1976: Krzewienie się *Dactylis glomerata* L. i *Lolium perenne* L. w warunkach intensywnego nawożenia i użytkowania. *Roczniki Nauk Rolniczych, seria F — Melioracji i Użytków Zielonych*, T. 79, z. 2.

Tucker C.J., 1979: Red and photographic infrared linear combinations for monitoring vegetation. *Remote Sensing of Environment*, Vol. 8, No 2, ss. 127-150.

*Maszynopis złożono w Redakcji: 1994.10.20.*

## MicroImages Press Release

### *MicroImages Ships 64-bit Version of TNT Products*

Fully featured versions of TNTmips, TNTview, and TNTatlas for the DEC Alpha using OSF/1 were introduced in version 4.8 of the TNT products, which shipped on CD-ROM in October. This release marks the first complete 64-bit implementation of these products previously available in many 32 bit implementations with versions for PCs using Microsoft Windows 3.1 and NT; Macintosh; and all popular UNIX based workstations including those from IBM, Sun, DEC, Silicon Graphics, Hewlett Packard, and Data General. Large, floating point computational tasks are common in GIS, image processing, CAD, and map making software. Initial experience with such processes in the TNT products has shown that identical tasks of this nature execute 10 times faster on an entry level desktop DEC Alpha OSF/1 based system than on a similarly equipped desktop Pentium 90 MHz system.

TNTmips provides professional, integrated image processing, GIS, CAD, desktop mapping, and spatial database tools within a single, full-featured, software solution that runs identically on all platforms. TNTmips features include raster, vector, CAD display, editing, and interconversion; pin mapping (symbolic map overlays from database query); symbol, line, and fill pattern design tools; automated map legend generation; wide support X-Y digitizers, scanners, plotters, and printers (laser, thermal transfer, ink jet, sublimation); database query for selection and styling of points, lines, and polygons; 3-D display; video capture; mosaicking; georeferencing and warping to many map projections; elevation mapping and orthoimage creation; classification and interpretation; statistical measurements; smart line-following; buffer zone creation; polygon fitting; watershed and viewshed analysis; screen and page layout including scale bars, map grids, and legends; outline annotation fonts and tools; and customization with Spatial Manipulation Language. Rapid, individualized technical support via phone or FAX without cost has also been a contributing factor to the wide geographic spread of the TNTmips.

**Contact: MicroImages, Inc., 201 North 8th Street, Lincoln, Nebraska, 68508-1347 USA;  
Telephone: (402)477-9554; Fax (402)477-9559.**