



**Janina Zaczek-Peplinska**

**ROZWÓJ METOD PREZENTACJI WYNIKÓW  
MONITOROWANIA RUCHU WYDM  
(NA PRZYKŁADZIE MIERZEI ŁĘBSKIEJ)**

**THE DEVELOPMENT OF PRESENTATION METHODS  
OF DUNE MOVEMENT MONITORING RESULTS  
(BASED ON MIERZEJA ŁĘBSKA)**

*Politechnika Warszawska, Instytut Geodezji Gospodarczej  
Warsaw University of Technology, Institute of Applied Geodesy*

**STRESZCZENIE:** Monitorowanym obiektem są ruchome wydmy leżące na Mierzei Łębskiej w Słowińskim Parku Narodowym. Z uwagi na systematyczne ruchy i zmianę kształtu czoła największej z wydm – Wydmy Łąckiej od lat 80-tych do dzisiaj prowadzone są prace pomiarowe w celu wyznaczenia kształtu i tempa zmian tego obiektu.

W pracy przedstawione są zmieniające się wraz z rozwojem techniki metody prezentacji wyników pomiarów wykorzystywanych przy prognozowaniu zmian przebiegu czoła wydmy i linii lasów przywidywanych oraz związanych z nimi zmianami przebiegu szlaków turystycznych i tras dojazdu oraz ścieżek technicznych na terenie rezerwatu ścisłego „Wydmy ruchome”. Odpowiednio podjęte decyzje dotyczące przebiegu szlaków turystycznych mają bezpośredni wpływ na udostępnianie turystom unikalnych walorów przyrodniczych tych obszarów oraz zapewnienie bezpieczeństwa i komfortu zwiedzania.

**SŁOWA KLUCZOWE:** GIS, GPS, DTM, geodezyjne pomiary przemieszczeń, pomiary geodezyjne, Słowiński Park Narodowy

## **WSTĘP**

Technologie geodezyjnych pomiarów przemieszczeń i odkształceń mają zastosowanie nie tylko w pracach związanych z geodezją inżynierską – przemysłową (pomiary obiektów technicznych i budowlanych), ale też przy monitorowaniu zmian kształtu i położenia elementów krajobrazu. Tego typu zmiany występują na terenach eksploatacji pogórnicy, na stokach objętych zsuwem geologicznym oraz na wydmach. Ze względu na okresowość prowadzonych badań, związanych z dynamiką zachodzących zjawisk, pomiarów takich nie można zaliczyć do prac topograficznych prowadzących do wykonania „statycznego” opracowania kartograficznego. Pomiary te mają na celu nie

tylko rejestrację stanu bieżącego, ale też monitoring zmian obiektu, a w dłuższym okresie określenie ich trendu.

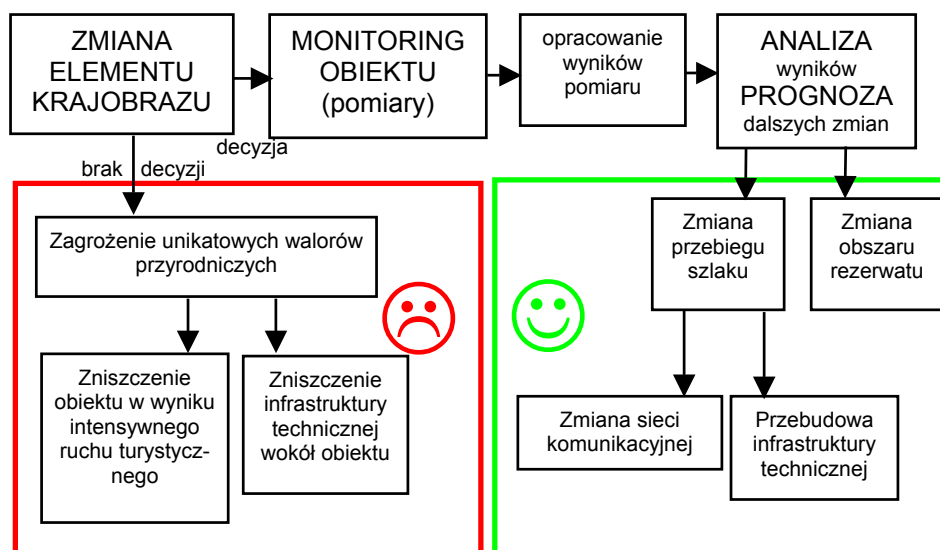
Pomiary tego typu obiektów często wykonuje się na zlecenia Parków Narodowych – udostępnianie parku dla turystyki w pierwszym rzędzie wymaga przestrzennego zharmonizowania rozwoju różnych form ruchu turystycznego z uwarunkowaniami przyrodniczymi [3]. Następuje to poprzez konfrontację terenów korzystnych do rozwoju turystyki z ograniczeniami przestrzennymi tego rozwoju wynikającymi z konieczności ochrony środowiska przyrodniczego oraz zapewnienia bezpieczeństwa odwiedzających. Znajomość trendu zmian i możliwość prognozowania stanu elementów przyrody nieożywionej (szczególnie tej o unikatowym charakterze w skali regionu czy kraju) często pozwala na lepszą ochronę bez konieczności rygorystycznych ograniczeń jej dostępności. W wyniku analizy uwarunkowań wydziela się cztery strefy:

- strefę wykluczoną z użytkowania turystycznego ze względu na unikatowe wartości przyrody, brak odporności na antropopresję lub niekorzystne dla turystyki warunki fizjograficzne,
- strefę ekstensywnego użytkowania, która obejmuje tereny otwarte, o wysokich walorach środowiska, mało odporne na degradację; strefa ta powinna być dostępna dla ruchu turystycznego głównie poprzez sieć szlaków turystycznych (pieszych, rowerowych, narciarskich, konnych) oraz drogi dopuszczone do ruchu kołowego,
- strefę wypoczynkową,
- strefę koncentracji turystycznej bazy noclegowej.

Przestrzenny zakres udostępniania parku stanowi podstawowe ustalenie przede wszystkim dla studium gminy oraz miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego. Przy opracowywaniu zasad organizacji ruchu turystycznego bierze się pod uwagę:

- dostępność komunikacyjną – organizacja dostępności komunikacyjnej wiąże się z systemem transportu, który stanowią: układ drogowo parkingowy i układ szlaków turystycznych. W układzie szlaków turystycznych należy uwzględnić ich powiązanie z układem drogowo-parkingowym, podział parku na strefy turystycznego użytkowania i dopuszczone formy ruchu turystycznego.
- program pobytu turysty w parku,
- monitoring ruchu turystycznego i jego wpływu na elementy przyrodnicze parku.

W polskich parkach narodowych obowiązuje zakaz poruszania się poza wyznaczonymi szlakami, co podyktowane jest potrzebą ochrony szczególnie cennych obszarów. Znakowane szlaki turystyczne i ścieżki przyrodnicze pozwalają poznać specyfikę i osobliwości kulturowe parku narodowego. Maksymalne natężenie odwiedzających turystów i związane z tym zagrożenia ekologiczne mają miejsce zwykle w najbardziej interesujących odcinkach znakowanych szlaków turystycznych, tras rowerowych, ścieżek przyrodniczych oraz w szczególnie atrakcyjnych punktach widokowych (dla przykładu w Słowińskim Parku Narodowym głównym obszarem zainteresowania turystów jest Mierzeja Łebska – szeroka i piaszczysta północna plaża oraz ruchome wydmy znajdujące się w jej środkowej części).



Rys. 1. Wpływ decyzji o prowadzeniu monitoringu naturalnych elementów krajobrazu na możliwości ochrony walorów przyrodniczych Parku Narodowego

Fig. 1. Influence of decision of natural elements of landscape monitoring on possibilities of protection of natural values of National Park

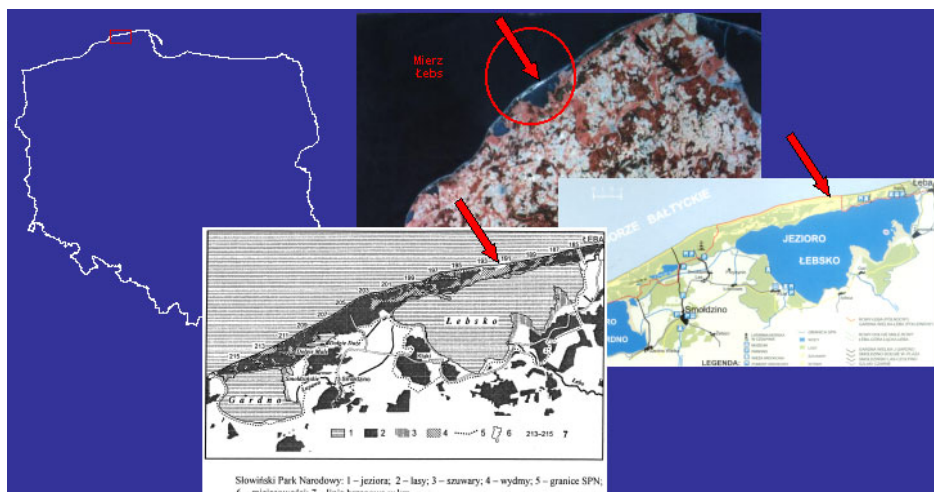
## OPIS MONITOROWANEGO OBIEKTU

Powołany w 1967 roku Słowiński Park Narodowy o powierzchni 18 tys. ha., został uznany przez UNESCO za Światowy Rezerwat Biosfery [4]. Obszar ten posiada bardzo zróżnicowany charakter przyrodniczy. Jednym z dwunastu ścisłych rezerwatów jest Mierzeja Gardzieńsko-Łebska będąca rezerwatem wydmowo-leśnym.

Wydmę zajmują prawie całą szerokość Mierzei Łebskiej, ciągnąc się wzdłuż pasa o długości ok. 20 km, między największym jeziorem Łebsko (7000 ha), a brzegiem Morza Bałtyckiego. Ruchome wydmy występują obecnie w środkowej części Mierzei z najwyższą Górą Łącką (43 m n.p.m.) i niższymi Górami Sowimi (38 m n.p.m.).

Wydmę przemieszczają się, gdy wiatr wieje już z prędkością 4 m/s. Piasek toczony jest po łagodniejszym zboczu, a gdy dotrze do szczytu obsuwa się po stromym stoku do jego podnóża. Ruchome wydmy na Mierzei Łebskiej przemieszczają się w kierunku wschodnim, zgodnie z przeważającym w tej części kraju kierunkiem wiatrów. Są to jedyne ruchome wydmy w Polsce.

Koło Naukowe Geodetów AGH i Instytut Geodezji Gospodarczej PW prowadzą na potrzeby Słowińskiego Parku Narodowego monitoring zmian największej wydmy ruchomej – Góry Łąckiej, będącej niewątpliwie elementem krajobrazu nadmorskiego.



Rys. 2. Lokalizacja wydm [zmodyfikowane 3]

Fig. 2. Location of dunes [modified 3]

### POMIARY GEODEZYJNE WYDMY

Z uwagi na systematyczne ruchy i zmianę kształtu czoła obserwowanej wydmy – od lat 80-tych do dzisiaj prowadzone są prace pomiarowe w celu wyznaczenia kształtu i tempa zmian tego obiektu.

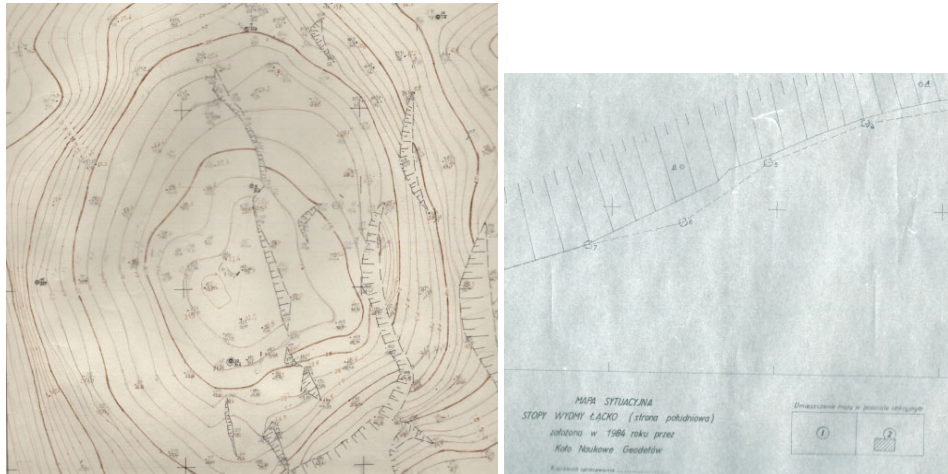
Kierunek wędrówki wydmy jest w przybliżeniu stały i ściśle związany z kierunkiem przeważających w tym rejonie wiatrów – wydmy przemieszczają się na wschód. Na tempo zmian wpływa wiele czynników – głównie atmosferycznych – długość zimy, zmiany temperatur, głębokość przemarznięcia gruntu w danym sezonie, siła wiatrów i ilość opadów ale też i sytuacyjnych związanych ze zmianami przebiegu linii lasu oraz przechodzeniem i przysypywaniem przez wydmy stabilnych ostańców. W ciągu ostatnich 20 lat obserwowano różne „kroki” wydmy w cyklach rocznych (pomiar jest wykonywany w lipcu): od 2 m (początek lat 80-tych) do 13 m (lata 1999-2000) [1].

Odpowiednio opracowane wyniki tych pomiarów są jednym ze źródeł informacji o konieczności zmian przebiegu szlaku turystycznego i leśnych ścieżek technicznych na terenie rezerwatu ścisłego „Wydmy ruchome”.

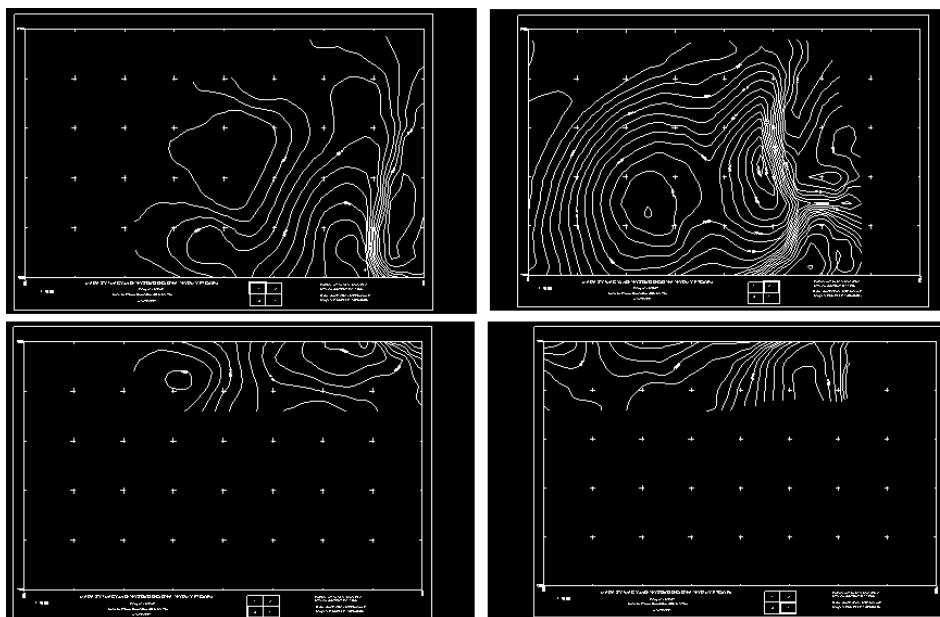
### PREZENTACJA WYNIKÓW POMIARÓW

Od czasu pierwszych pomiarów nastąpiły zmiany w sposobie prezentacji otrzymanych wyników. Pierwsze „przejścia” wydmy były prezentowane na mapach warstwicowych kreślonych ręcznie, następnie kreślarza zastąpił ploter, a od niedawna wykonywane są numeryczne modele terenu (NMT), których nałożenie pozwala w sposób szybki i prosty określić ruch wydmy wzdłuż określonych linii profilowych. Wykorzystywane są różne rodzaje programów komputerowych począwszy od najprostszyc programów geodezyjnych (WinCalc i MikroMap) przez typowe programy do analizy obiektów takich jak hałdy i osuwiska (Surfer) do nowoczesnych systemów GIS-owych (ERDAS).

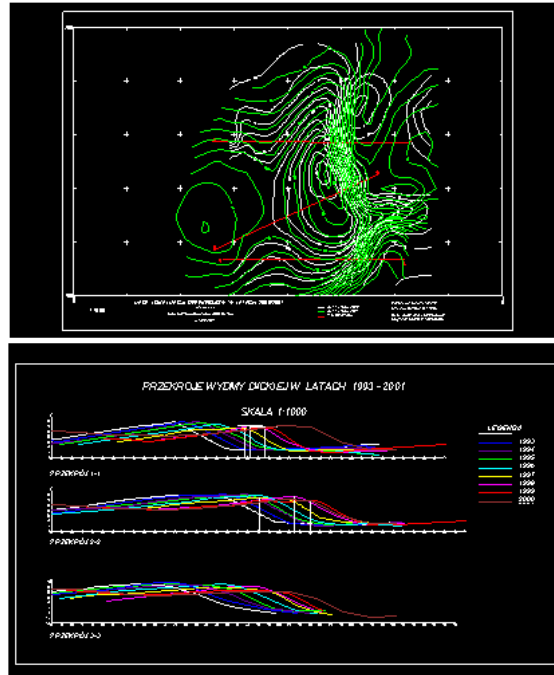
Na rysunkach 3–10 przedstawione są metody prezentacji wyników pomiarów jakie były i są wykorzystywane przy prognozowaniu zmian przebiegu czoła wydmy i linii lasów przywydmowych oraz związanych z nimi zmianami przebiegu szlaków turystycznych (pieszych i rowerowych), tras dojazdu oraz ścieżek technicznych na terenie rezerwatu.



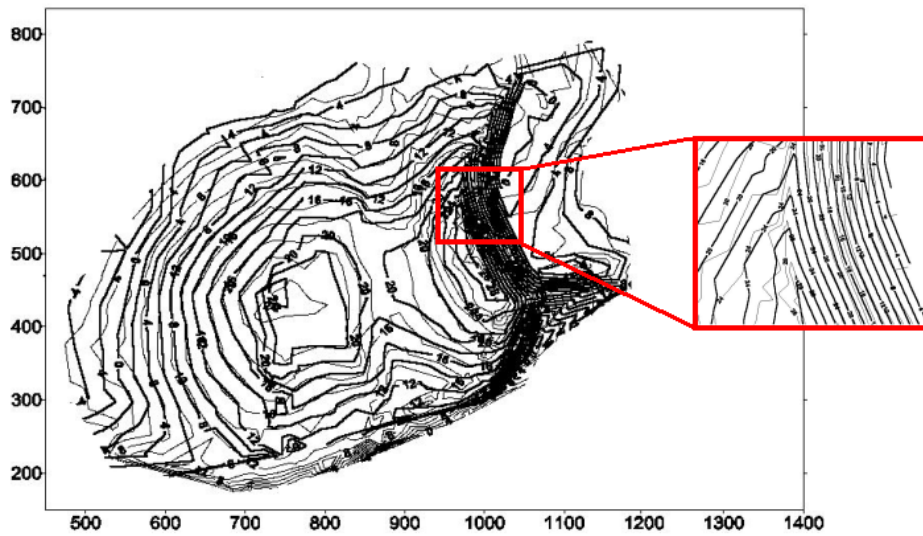
Rys. 3, 4. Fragmenty map wykreślonych ręcznie – 1985 [Koło Naukowe Geodetów AGH]  
 Fig. 3, 4. Fragments of hand drawn maps – 1985 [Koło Naukowe Geodetów AGH]



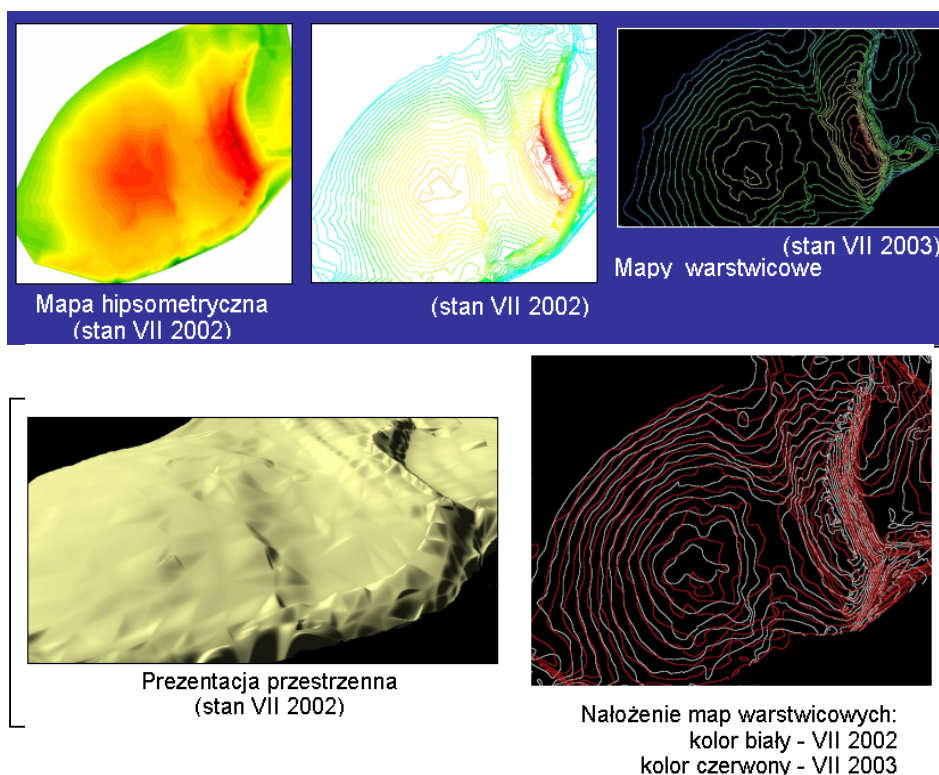
Rys. 5. Arkusze mapy wykonane przy pomocy programu AutoCad – 2001 [2]  
 Fig. 5. Maps sheets made by AutoCad – 2001 [2]



Rys. 6. Wyznaczenie przemieszczeń czola wydmy wzdłuż linii profilowych - program AutoCad – 2001 [2]  
 Fig. 6. Determination displacements of dune front along profile lines – AutoCad – 2001 [2]



Rys. 7. Nałożenie wyników pomiarów (GPS i tachymetria) – program Surfer – 2002 [1]  
 Fig. 7. Comparison of measurement results (GPS and total station) – Surfer – 2002 [1]



Rys. 8, 9, 10. Opracowania wykonane przy pomocy programu ERDAS – 2003  
Fig. 8, 9, 10. Works made with ERDAS Imagine – 2003

## PODSUMOWANIE

Jakość i sposób prezentacji aktualnego stanu terenów objętych ochroną ma istotny wpływ na prognozowanie dalszych zmian, lokalizację nowych elementów infrastruktury technicznej i zarządzanie istniejącymi w Parku Narodowym urządzeniami takimi jak wiaty, parkingi, miejsca postoju i odpoczynku, drogi dojazdowe. Odpowiednio podjęte decyzje dotyczące przebiegu szlaków turystycznych mają bezpośredni wpływ na udostępnianie turystom unikalnych walorów przyrodniczych tych obszarów oraz zapewnienie bezpieczeństwa i komfortu zwiedzania.

Nowe metody prezentacji aktualnego stanu Wydmy pozwalają w bardziej dostępny sposób przedstawić wyniki pomiarów geodezyjnych. Osoby zarządzające Parkiem Narodowym nie są geodetami ani kartografami, dlatego też forma materiałów (czytelność i jednoznaczność) na podstawie których podejmują działania mające na celu zabezpieczenie walorów przyrodniczych jest bardzo ważna. Wraz z rozwojem metod prezentacji podejmowanie decyzji jest łatwiejsze, wiele potrzebnych analiz można wykonać wykorzystując opracowane dane pomiarowe przy użyciu programu komputerowego (np. ERDAS), co znacznie ułatwia pracę pracowników Parku.

## LITERATURA

- [1] Gabryś B., Hasiuk P., Pasternak M., Zaczek-Peplinska J.: Możliwości wykorzystania klasycznych i satelitarnych metod pomiaru od obserwacji przesunięć czoła Wydmy Łąckiej. Materiały VI Konferencji Naukowo-Technicznej „Problemy automatyzacji w geodezji inżynierskiej”, Warszawa 27-28.03.2003.
- [2] Silarski W., Walocha U.: Analiza przesunięć czoła Wydmy Łąckiej. Referat przedstawiony na sympozjum Studenckich Kół Naukowych, Kraków 2000.
- [3] Praca zbiorowa pod red. Partyki J.: Użytkowanie turystyczne parków narodowych: ruch turystyczny – zagospodarowanie – konflikty – zagrożenia. Instytut Ochrony Przyrody PAN, Ojcowski Park Narodowy, Ojców 2002.
  - Baranowska-Janota M.: Turystyka w zapisie ustaleń planu ochrony parku krajobrazowego,
  - Korowicki A.: Cechy struktury przestrzennej ruchu turystycznego i jej uwarunkowań w Słowińskim Parku Narodowym,
  - Kapuściński R.: Turystyka w parkach narodowych – możliwości i ograniczenia.
- [4] Rozporządzenie Rady Ministrów z dn. 23.09.1966 r. w sprawie utworzenia Słowińskiego Parku Narodowego. Dz. U. 1966 nr 42 poz. 254.
- [5] [www.spn.org.pl](http://www.spn.org.pl) – strona internetowa Słowińskiego Parku Narodowego.

### THE DEVELOPMENT OF PRESENTATION METHODS OF DUNE MOVEMENT MONITORING RESULTS (BASED ON MIERZEJA ŁĘBSKA)

#### Summary

Monitored objects are migrating dunes which are situated on Mierzeja Łębska in Słowiński National Park. This article describes changes of Łącka Dune (the biggest dune in Słowiński Park). From 80's have been done systematic measurements of movement and changing form of Łącka Dune's front in order to determine the following forms on changes rate of this object.

In this article are presented different methods of measurement's presentation, which are used for prediction of movements of dune's front, changes of forest borders and touristic roads, access roads and technical paths in the "Wydmy ruchome" reserve. Properly marked touristic roads play a huge role in enabling tourists to access the nature unique values of this area and in ensuring them secure and comfort of visits.

KEY WORDS: GIS, GPS, DTM, survey, deformation determining, Słowiński National Park

Recenzent: dr inż. Joanna Bac-Bronowicz, Akademia Rolnicza, Wrocław