

KRZYSZTOF BĘDKOWSKI

Niektóre ekonomiczne aspekty wprowadzenia systemów informacji przestrzennej do gospodarstwa leśnego

Some Economic Aspects of Geographic Information Systems Implementation in Forestry

Wstęp

L iteratura przedmiotu stosunkowo rzadko zajmuje się ekonomicznymi aspektami związanymi z budową i utrzymaniem systemów informacji przestrzennej (GIS). Zakres zagadnień tutaj występujących jest znaczny, analiza ekonomiczna GIS może bowiem dotyczyć:

- budowy i wdrażania systemu,
- sposobów zasilania oraz utrzymania zasobu danych,
- korzyści płynących z posiadania systemu.

Nie ma wątpliwości, że ekonomiczna analiza GIS rozpoczyna się już na etapie formułowania wstępnych założeń projektu. Każdy system informacyjny budowany jest po to, aby podnieść ogólną efektywność pracy personelu przedsiębiorstwa. Stąd właśnie podjęcie się zadania budowy systemu, jest m.in. dowodem uświadomienia sobie korzyści, na jakie można liczyć z chwilą wdrożenia go do codziennej pracy przedsiębiorstwa.

Publikowane w materiałach informacyjnych dane ograniczają się najczęściej do wyrażonych w pieniądzu*) kosztów zakupu sprzętu i gotowego oprogramowania. Niemal zupełnie brak natomiast takich danych odnośnie kosztów tworzenia oprogramowania dostosowanego ściśle do potrzeb użytkownika, czy też kosztów prowadzenia systemu informacyjnego. Nie znajduje się również informacji bodaj o najistotniejszym ekonomicznym aspekcie wprowadzania systemu — korzyściach wynikających z jego posiadania.

*) Spotykane w literaturze skąpe dane odnoszą się niekiedy do pracochłonności czynności związanych z GIS, są jednak wyrażane w sposób mało precyzyjny (zob. dalej).

Można wymienić wiele przyczyn takiego stanu rzeczy. Brak doniesień dotyczących tych zagadnień staje się zrozumiałą, jeżeli weźmie się pod uwagę:

- tempo zmian technicznych i wynikający z niego trwały trend spadku cen sprzętu i oprogramowania,
- występujące między poszczególnymi krajami różnice kosztów pracy zespołów projektujących, wdrażających i obsługujących systemy,
- trudność wartościowania efektów wynikających z polepszenia organizacji pracy przedsiębiorstwa, podniesienia efektywności pracy jego personelu, a także zwiększenia ekonomicznej efektywności przedsiębiorstwa w gospodarce rynkowej.

W podobnym związku pozostaje wiele zagadnień związanych z przepływem informacji i procesami podejmowania decyzji gospodarczych oraz ich wpływu na funkcjonowanie innych podmiotów. System informacyjny, w warunkach gospodarstwa leśnego, wpływa istotnie na sposób zorganizowania przestrzeni przyrodniczej, dotykając niezwykle skomplikowanych i na ogół tylko w niewielkim stopniu rozpoznanych, problemów funkcjonowania lasu jako rozległego układu zależności biotycznych i abiotycznych. Wyrażenie tego aspektu GIS w kategoriach ekonomicznych wymyka się spod współczesnych możliwości analizy i pozostaje jeszcze w sferze wprawdzie uświadomionych, lecz nie wyrażonych w sposób wymierny korzyści wynikających z polepszenia relacji pomiędzy człowiekiem i przyrodą.

Według Polskiego Towarzystwa Informatycznego [20], “na udany system informatyczny składają się trzy elementy: właściwy i dobrze zrealizowany projekt, poprawne oprogramowanie i odpowiedni sprzęt”. Zieliński [20] dodaje od siebie jeszcze jeden element — wdrożenie. Jest tu nieco zamętu pojęciowego: to co nazywane jest wdrożeniem kryje się bowiem pod określeniem “dobrze zrealizowany projekt”, natomiast poprawne oprogramowanie jest warunkiem koniecznym, aby projekt można było uznać za “dobrze zrealizowany”. Oprogramowanie jest najistotniejszym elementem systemu, bowiem tutaj znajduje odzwierciedlenie “właściwy projekt”, rozumiany jako odbicie wyników analizy potrzeb i możliwości informatycznych przedsiębiorstwa.

Cytowane tutaj opinie dotyczyły ogólnych aspektów budowy systemów informacyjnych, odnoszą się więc także do systemów informacji przestrzennej, które odróżniają się od innych systemów tylko przez fakt przestrzennego odniesienia posiadanych informacji.

Bill i Fritsch [1], wyróżniają cztery podstawowe elementy składowe systemu GIS: sprzęt (hardware), oprogramowanie (software), dane oraz użytkownik.

Z każdym z tych elementów wiążą się nieodłącznie takie funkcje GIS, jak pozyskiwanie, wprowadzanie, przetwarzanie, analiza i prezentacja informacji.

Omawiane w dalszej części ekonomiczne aspekty GIS odnoszą się zarówno do elementów składowych systemu, jak i spełnianych przez nie funkcji. Należy jednakże zwrócić uwagę na to, że podane informacje odnoszą się do konkretnych warunków organizacyjnych i technicznych krajów o wysokim poziomie kultury technicznej. W wielu miejscach mogą więc okazać się zupełnie nieprzystającymi do rzeczywistości naszego kraju.

Sprzęt

Związany z systemami informacji przestrzennej sprzęt podzielić można, według spełnianych funkcji, na urządzenia realizujące:

- pozyskiwanie danych i ich wprowadzanie do systemu,
- przetwarzanie informacji,
- prezentację wyników analiz.

Dane przestrzenne mogą pochodzić z wielu różnych źródeł. Najczęściej są to materiały kartograficzne, które muszą być przetworzone na postać cyfrową w procesie digitalizacji lub skanowania. Innym źródłem danych może być fotogrametria i teledetekcja. Na niewielkich obszarach, podstawowych informacji o terenie dostarczają bezpośrednio pomiary geodezyjne. Po stronie urządzeń pozyskiwania danych mamy więc digitizery i skanery, autografy i inny sprzęt fotogrametryczny oraz mniej lub bardziej zaawansowany technologicznie sprzęt geodezyjny do prac polowych.

Oprzysiężowanie etapu zbierania informacji, w zależności od przyjętej technologii pracy, może być stosunkowo kosztowne. Zaawansowane technologie wykorzystują jako podstawowe źródło informacji materiały fotogrametryczne. Na dobry sprzęt fotogrametryczny składają się jednak elektronika, doskonała optyka i mechanika precyzyjna. Mimo dużego postępu w obszarze techniki informatycznej (a więc tanie komputery), pozostałe dwa elementy powodują, że urządzenia fotogrametryczne są drogie. Na przykład, autograf analityczny InterMap 6787 (Integrgraph), w zależności od konfiguracji, może kosztować od 60 do 90 tysięcy dolarów USA [17]. Przyczyn należy szukać w istniejących dysproporcjach zastosowań — sprzęt komputerowy jest obecnie produktem masowym, czego nie można powiedzieć o przyrządach fotogrametrycznych.

Aktualne dane (dla rynku USA) dotyczące cen sprzętu komputerowego do przetwarzania i przechowywania informacji, na tle jego możliwości technicznych podaje Strand [17]. Wyraźny jest kierunek zbliżania się cen i możliwości komputerów klasy PC do cen i możliwości stacji roboczych (workstations). Już na poziomie 5000 \$ można zakupić stację roboczą Indy, należącą do linii produktów firmy Silicon Graphics, o możliwościach właściwych produktom takich renomowanych firm, jak np. Hewlett Packard (stacje 715/33), Sun Microsystems (SPARClassic). Digital (300L) oraz IBM (M20). W zakresie przechowywania dużych zbiorów danych osiągnięto poziom kosztów rzędu 1\$ na jeden megabajt pamięci dysku magnetycznego, a w wypadku systemu wymiennych dysków optycznych WORM, przeznaczonych jedynie do czytania (write once, read multiple), na poziomie 500 \$ za 600 MB. Dyski optyczne, służące do wielokrotnego zapisu i odtwarzania (WORM) osiągają ceny rzędu 1000 \$ (dysk 128 MB) lub 2600 \$ (600 MB). Jako urządzenia do tworzenia backup'ów wymieniane są streamery (digital audio tape drivers), gdzie koszt 5 GB pamięci kształtuje się na poziomie 1300 \$. W miejsce digitizerów do przetwarzania informacji graficznych wykorzystuje się skanery o rozdzielczości od 300 do 1000 DPI (dots per inch), w cenach odpowiednio 11 000–26 000 \$.

Prezentacja wyników przetwarzania i analizy danych GIS odbywa się najczęściej w postaci rysunku na monitorze graficznym, wydruku z plotera lub drukarki (czarno-białej lub barwnej). Urządzenia do prezentacji należą do niższej grupy cenowej w porównaniu z

urządzeniami wykorzystywanymi przy pozyskiwaniu danych. Do najdroższych ze stosowanych obecnie urządzeń należy ploter elektrostatyczny, który w wersji monochromatycznej kosztuje 30 000 \$, a w barwnej — drugie tyle. W porównaniu z ploterami pisakowymi jest to skok w górę o jeden rząd wielkości. Bez porównania większa jest za to zarówno jakość otrzymywanych produktów, jak i szybkość pracy. Wydruk kolorowej mapy w formacie A0 można wykonać w 3–4 minuty [4].

Dzięki stałemu postępowi technicznemu w systemach informacji przestrzennej mogą być stosowane urządzenia o coraz większych możliwościach technicznych, przy jednoczesnym znacznym spadku ich ceny. Z tego też powodu koszty nabycia sprzętu (szczególnie do przechowywania i przetwarzania danych) mają coraz mniejsze znaczenie przy analizie zysków i kosztów związanych z budową GIS.

Oprogramowanie

W dostępnej literaturze brak zupełnie informacji na temat cen oprogramowania systemów GIS. Dane takie można uzyskać na bieżąco od dystrybutora oprogramowania. Wynika to z faktu stale postępujących zmian wywołanych postępowaniem w technologii GIS. Znaczenie mają także zmiany zachowań firm na rynku (premiery nowych produktów, preferencyjne ceny itp.) wywołane wytworzoną dosyć silną konkurencją. Ta uwaga odnosi się także do rynku polskiego.

Zasób informacyjny GIS (dane)

Wprowadzenie GIS stanowi zawsze duże obciążenie dla przedsiębiorstwa. Stosunkowo łatwo jest przekonać personel kierowniczy do jednorazowych kosztów zakupu sprzętu i oprogramowania [16]. Rzadko w takich wypadkach bierze się jednak pod uwagę, że pójdą za nimi dalsze koszty, wynikające z konieczności przeszkolenia personelu, zmiany stylu pracy, dodatkowych nakładów pracy przy wdrażaniu systemu, a także z często praktykowanego, przynajmniej w początkowej fazie, równoległego prowadzenia dwóch systemów informacyjnych w przedsiębiorstwie — starego i nowego.

Funkcjonowanie GIS nie rozpoczyna się i nie kończy na jednorazowym przejściu różnorodnych danych. Zapomina się często o tym, że system, jeżeli ma pomagać w podejmowaniu decyzji, musi być stale zasilany informacjami. Niezależnie od sposobu zorganizowania i lokalizacji pozyskiwania danych należy liczyć się tutaj z bardzo wysokimi nakładami.

Autorzy publikacji dotyczących zastosowań GIS zgodnie stwierdzają, że ani sprzęt, ani oprogramowanie, lecz właśnie pozyskiwanie danych jest zawsze najdroższym elementem systemu (zob. np. [15]). Fritsch w wykładzie wstępnym do seminarium „Angewandte Geographische Informationsverarbeitung”, Salzburg 1993, podaje, że pod względem wielkości kosztów, te trzy elementy pozostają w stosunku do siebie 1:10:100. Odpowiadają temu także odpowiednie proporcje czasu ich „życia”, wynoszące od 3:5:7 do 10:30:100 (zob. [3]).

Podstawowy zasób informacyjny GIS (przynajmniej w zakresie danych geometrycznych) powstaje najczęściej w procesie digitalizacji istniejących map. Rozproszone w literaturze

dane odnoszą się wprawdzie do różnych warunków technicznych, środowiskowych, organizacyjnych, lecz wynika z nich w sposób jednoznaczny, że jest to bardzo czasochłonny i kosztowny etap budowy systemu. Tihanyi [19] podaje np., że na Węgrzech przeniesienie do systemu informacyjnego treści jednego arkusza mapy w skali 1:10 000 wymagało sześciu do ośmiu dni pracy. Czas pracy, niezbędny do digitalizacji, z map katastralnych w skali 1:2500, granic działek, użytków i konturów klasyfikacyjnych określił Kilian [10] na przeciętnie 2 minuty dla jednego konturu. Daje to około 110 godzin dla obszaru o wielkości 190 hektarów.

Dużej części nakładów na digitalizację można niekiedy uniknąć stosując skanowanie map. Przez skanowanie i późniejszą automatyczną wektoryzację można zredukować niezbędny na przetworzenie map czas pracy nawet o 2/3. Posiadane materiały muszą jednakże spełniać wygórowane wymagania co do jakości zawartej w nich pracy kreślarzy.

Generalnie, jeżeli chodzi o wprowadzanie danych, centralne znaczenie ma jakość posiadanych materiałów wyjściowych. Dotyczy to szczególnie materiałów kartograficznych [18]. W czasie digitalizacji odnajduje się wprawdzie jeszcze błędy i niedokładności, lecz ich usuwanie dopiero w tym momencie jest bardzo pracochłonne. Wskazuje to na dużą rolę prac przygotowawczych, w czasie których posiadany materiał kartograficzny jest sprawdzany i systematyzowany (np. przez wyodrębnienie i oznaczenie na podkładzie różnych warstw tematycznych).

Bardzo pracochłonne mogą być czynności następujące po zebraniu danych geometrycznych. Dwa dni pracy zużyto np. na redakcję opisów mapy średniej wielkości obrębu leśnego, na które złożyło się ok. 1400 elementów [18].

Stosunkowo duże nakłady na nowoczesny sprzęt do pozyskiwania danych dla GIS mogą być szybko zrekompensowane, przez oszczędności poczynione na wynagrodzeniach, w wypadku zastosowania wydajnych technologii zakładających korzystanie z materiałów oraz danych fotogrametrycznych i teledetekcyjnych. Hillgarter i Himmelbauer [6] na przykładzie kompleksów leśnych Hespera Domäne (Austria) podają, że po wielu próbach, za najrozsądniejsze ze względu na nakłady, uznano pozyskiwanie danych z pomocą powtarzanych w każdym roku nalotów fotogrametrycznych. Zdjęcia lotnicze przetwarzano z zastosowaniem techniki cyfrowej. Niejako "ubocznym", lecz dla leśników bardzo korzystnym efektem, stała się możliwość posiadania zawsze aktualnych zdjęć lotniczych obiektu.

Korzyści wynikające z zastosowania metod fotogrametrii i teledetekcji mogą być niekiedy znaczne. Jesorsky [9] podaje na przykład, że przy tworzeniu map form użytkowania gruntów na bazie map katastralnych konieczne było poświęcenie 140 godzin pracy na 1 arkusz w skali 1:5000, podczas gdy z chwilą zastosowania technologii wspomaganiej fotointerpretacją, nakład czasu pracy uległ skróceniu do 40 godzin na arkusz.

Przy obecnym rozwoju techniki cyfrowego przetwarzania obrazów realne jest prowadzenie systemów informacji przestrzennej mających niejako "w tle" informację obrazową. Wbudowane do systemów funkcje geometrycznej rektyfikacji obrazów umożliwiają przetransformowanie ich do terenowych układów współrzędnych (np. w technice numerycznego ortofoto). Odpowiednio wyposażony i przeszkolony personel jest w stanie przygotowywać takie "tło" dla dużych obszarów na skalę produkcyjną. Korzystając np. z interaktywnego

stanowiska roboczego TIGRIS firmy Integrgraph o relatywnie dużej pojemności pamięci (48 MB pamięci operacyjnej RAM oraz 800 MB na dysku sztywnym) można sporządzać numeryczne ortofoto w systemie on-line [7]. Obliczenia dla obszaru 2 x 3 km w skali 1:4000 można wykonać w czasie do 10 minut! Uwzględniając czas niezbędny do wyznaczenia danych do orientacji obrazu, przygotowanie modelu wysokościowego, niezbędny zakres digitalizacji oraz wprowadzenie zdjęcia lotniczego do pamięci komputera, czas ten urośnie do około dwóch godzin. Są to wielkości decydujące o tym, że numeryczne ortofoto zaczyna przeważać nad tradycyjną techniką ortofoto analogowego.

Znacznym problemem przy wprowadzaniu GIS jest, spowodowany przez wiele różnych przyczyn, brak współrzędnych punktów granicznych obiektów leśnych. Pewne możliwości pojawiają się tutaj wraz z rozwojem systemów pozycjonowania satelitarne GPS (global positioning system). W praktyce geodezyjnej systemy GPS nie znajdowały dotychczas większego zastosowania, z uwagi na koszt sprzętu oraz niewystarczającą dokładność. Jednak w miarę polepszania się techniki nadawania i odbioru sygnałów, są coraz częściej brane pod uwagę, jako źródło zasilania GIS w warunkach europejskich. Dzięki polepszeniu dokładności pomiaru pod koronami drzew [3], możliwe stają się także zastosowania GPS na obszarze leśnym. Cenną właściwością GPS jest możliwość wykonywania pomiarów przez jedną osobę. Jest pewne, że ten system pomiaru będzie się dynamicznie rozwijać.

Wprowadzenie GIS do przedsiębiorstw leśnych jest operacją wymagającą dużych nakładów kapitałowych. Zajmuje też w znacznym stopniu część personelu fachowego, odrywając go skutecznie od podstawowych obowiązków zawodowych. Powstaje więc pytanie: czy wprowadzenie GIS się w ogóle opłaca? Konieczność ponoszenia początkowo dużych nakładów powoduje, że technologia GIS w fazie jej wdrażania nigdy nie wytrzymuje porównania z tradycyjnymi formami przetwarzania informacji. Jednak bardzo szybko, np. w zastosowaniach komunalnych, relacje te zmieniają się na odwrotne [2, 16]. Interesujące dane, odnoszące się do leśnictwa, podaje Ottitsch [12]: całkowite koszty wprowadzenia systemu GIS (prace realizowano przy tym głównie siłami własnego przedsiębiorstwa leśnego), w przeliczeniu na powierzchnię 1000 ha, zamknęły się kwotą 44 045 szylingów austriackich rocznie. Dwie trzecie tej kwoty pochłonęły wynagrodzenia. Dla porównania, według Schechtnera [14], koszty tradycyjnego urządzania przedsiębiorstwa o podobnej wielkości sięgają 339 szylingów na hektar (ponoszone są jednakże tylko raz na 10 lat). Porównując te dwie sumy wyraźnie widać, że są zbliżone, a przynajmniej należą do tego samego rzędu wielkości. Do podobnych konkluzji dochodzą także inni autorzy — przedstawienie leśnego zasobu danych kartograficznych na system GIS wymaga nakładów porównywalnych z tymi, jakie ponosi się cyklicznie na tworzenie map konwencjonalnych [6]. Na korzyść GIS przemawiają jednak możliwości równoczesnego z danymi kartograficznymi prowadzenia wręcz nieograniczonego zasobu informacji, duża aktualność i dostępność informacji, a przede wszystkim znaczące zmniejszenie nakładów na prace geodezyjno-kartograficzne w przyszłości.

Człowiek jako element GIS

Oddziaływanie człowieka na ekonomikę przedsięwzięcia, jakim jest budowa, wdrożenie i eksploatacja systemu informacyjnego (systemu informacji przestrzennej), przejawia się

wyraźnie już na etapie formułowania założeń do projektu systemu. Nie chodzi przy tym o wymagania, jakie zostaną systemowi postawione, a w efekcie o stopień jego komplikacji, lecz o sposób pracy zespołu projektującego.

Zespoły projektujące systemy informacyjne mają z konieczności charakter interdyscyplinarne. Jakość ich pracy zależy nie tylko od zawodowych umiejętności informatyków i leśników, ale także od ich gotowości do pracy w zespole. Obydwie strony muszą umieć zrozumieć potrzeby partnerów, a przede wszystkim doceniać i akceptować ich twórczy wkład w budowę systemu. Członkami zespołu powinni być merytorycznie przygotowani pracownicy zlecniodawcy, mający jednakże pewne minimum wiedzy i doświadczenia z zakresu techniki informatycznej. Niezbędna jest umiejętność przekazywania posiadanej wiedzy, a nade wszystko zdolność narzucenia sobie uporządkowanego sposobu pracy. Jak pisze bowiem Kołakowski [11], “w zespołach wielozawodowych niechłujnie myślący użytkownik, będący często szefem informatyka, może uczynić swego programistę zupełnie bezradnym”.

Bardzo często twórcy systemów informatycznych stają wobec problemu “eskalacji” żądań zlecniodawcy. Oczekiwania wobec systemu nie zawsze są odpowiednio określone przed przystąpieniem do pracy. W trakcie pracy pojawiają się nowe pomysły, które usiłuje się natychmiast wtłoczyć do pakietu wymagań. Im później takie życzenia się pojawiają, tym większych wymagają nakładów na wprowadzenie zmian do już ukończonych części projektu.

W systemach, które funkcjonują w obszarze zjawisk gospodarczych, duże znaczenie ma także trwałość rozwiązań prawno-organizacyjnych. Nie jest wskazane, aby duże systemy budować w chwili, gdy warunki te ulegają często istotnym zmianom.

Człowiek jest przede wszystkim użytkownikiem systemu informacyjnego. Jak wynika z dotychczasowych doświadczeń, niedocenianym często aspektem GIS jest konieczność przeszkolenia znacznej grupy pracowników przedsiębiorstwa. Jest to zadanie nie tylko natury organizacyjnej, wymaga bowiem przede wszystkim zgromadzenia odpowiednich środków materialnych. Warto przy tym pamiętać, że ludzie z reguły niechętnie się uczą. Znajdą zawsze tysiące dowodów na to, że system jest zbyt skomplikowany, a do jego obsługi potrzeba specjalnej kadry informatycznej. Nie zawsze można oprzeć się w takich chwilach na, wywodzących się z własnej kadry, entuzjastach nowych technik. Może to być nawet niemożliwe, gdy nie uzyska się akceptacji przełożonych, odczuwających groźbę utraty prestiżu, czy też innego atrybutu ich pozycji w przedsiębiorstwie.

Należy zwrócić jednakże uwagę na to, że zbyt ni pośpiech we wdrażaniu GIS do praktyki gospodarczej uważa się za niepożądany. Nawet w wysoko rozwiniętych krajach mówi się raczej o etapowym wprowadzaniu techniki komputerowej do przedsiębiorstw leśnych. Przykładowo w Republice Federalnej Niemiec, pierwsze komputery PC w niektórych jednostkach organizacyjnych lasów państwowych, pojawiły się dopiero w 1991 r. [13].

GIS ma nie tylko jasne strony. Z powodu wielości funkcji, stosowanie technologii GIS jest często pracochłonne i skomplikowane. Można ją wdrażać tylko wtedy, gdy dysponuje się odpowiednio wyszkolonym personelem [8]. Wiele spotykanych na rynku produktów dalekich jest od “przyjazności” dla użytkownika. Jednak nawet możliwości dobrego

systemu można w pełni wykorzystać tylko wtedy, gdy jego użytkownicy mają jednocześnie odpowiednią wiedzę leśną i informatyczną.

Obok obaw, frustracji lub przeciwnie — fascynacji wynikających z zastosowania techniki komputerowej może wystąpić jeszcze jedno, bardzo niekorzystne zjawisko, polegające na pokładaniu zbyt dużego zaufania w tym, co po przetworzeniu wprowadzonych danych, poda komputer [5]. Człowiek bardzo szybko staje się wygodny i zapomina, że komputer różni się od niego na razie tylko tym, że bardzo sprawnie potrafi wykonywać pewne powtarzające się operacje, nie może natomiast myśleć. W efekcie pracy systemu uzyskuje się tylko to, co w nim wcześniej zaprogramowano, znajdują tu więc swe odbicie także ewentualne błędy pracy analityków projektujących system. Istnienie systemu nie zwalnia więc nikogo z obowiązku krytycznej analizy wprowadzanych danych i uzyskiwanych wyników, tj. z myślenia.

Nie ulega wątpliwości, że wszelkie niedostatki funkcjonowania człowieka jako elementu systemu informacyjnego mają konsekwencje ekonomiczne. Istnieją one zarówno na etapie projektowania systemu (zwiększenie nakładów, nieterminowość realizacji projektu), a także wdrażania i eksploatacji. Są jednak trudne do wymierzenia i pozostają wciąż poza obszarem prowadzonych rozważań.

Podsumowanie

- System informacji przestrzennej jest tworem złożonym. Jego sprawne funkcjonowanie zależy od współdziałania czterech elementów składowych GIS: sprzętu, oprogramowania, danych i człowieka.
- Najbardziej pracochłonne i kosztowne w systemach informacji przestrzennej jest pozyskiwanie danych, zarówno w czasie zakładania, jak i późniejszego użytkowania systemów.
- Na ogólną ekonomiczną efektywność przedsięwzięcia, jakim jest budowa, wdrażanie oraz użytkowanie GIS zasadniczy wpływ ma sposób funkcjonowania w nim człowieka. Przejawów jego aktywności nie można jednak często wyrazić w sposób wymierny.
- Zupełnie nierozpoznanym obszarem są aspekty ekonomiczne wynikające ze stosowania GIS w codziennej praktyce przedsiębiorstwa leśnego.

*Z Katedry Urządzania Lasu i Geodezji Leśnej
SGGW w Warszawie*

Literatura

1. **Bill R., Fritsch D.:** Grundlagen der Geo-Informationssysteme. Band 1. Hardware, Software und Daten. Karlsruhe: Wichmann 1991.

2. **Born J.:** Can the installation of GIS be decided by cost/benefit analysis? [In:] AM/FM European Conference, VIII Sub-Committee: Geographic Information Systems and the European Challenge. A solution for common problems across Europe. 7–9. October 1992. Montreux, Switzerland.
3. **Fürst P.:** Was ist neu an der Geographischen Informationstechnologie? Österreichische Forstzeitung 1993, Heft 9.
4. **Gäbler Ch.:** Reden wir über die Forsteinrichtung. Österreichische Forstzeitung 1990, Heft 4.
5. **Griess O.:** Hat die Forsteinrichtung Zukunft? Österreichische Forstzeitung 1992, Heft 1.
6. **Hillgarter F.W. Himmelbauer W.:** Das "Waldinformationssystem WIS" der Hesperia Domäne. Österreichische Forstzeitung 1990, Heft 4.
7. **Höhle J.:** Herstellung von digitalen Orthophotos mit einer Arbeitsstation des Geoinformationssystems Intergraph TIGRIS. Zeitschrift für Photogrammetrie und Fernerkundung 1992. Heft 2.
8. **Irmay M.:** Informationssystem für forstliche Planung. [In:] GIS im Forstwesen — erste Erfahrungen, verschiedene Anwendungen, Probleme, Lösungen und Konzepte. ETH Zürich, 2. April 1993.
9. **Jesorsky C.:** Komponenten eines Geographischen Informationssystems für die Landschafts- und Umweltplanung. Technische Universität, Berlin, 1991.
10. **Kilian J.:** Die Aufnahme und Auswertung des alten Bestandes eines Flurbereinigungsverfahrens unter Nutzung des raumbezogenen Informationssystems SICAD. Diplomarbeit, Universität Stuttgart, 1991.
11. **Kořakowski A.:** Użytkownicy programów i programiści. Niektóre aspekty prac nad przygotowaniem systemów informatycznych w zespołach wielozawodowych. Problemy 1993, nr 559.
12. **Ottitsch A.:** Der Einsatz Geographischer Informationssysteme in der forstlichen Raumplanung. Diplomarbeit. Institut für Forstliche Betriebswirtschaft und Forstwirtschaftspolitik, Universität für Bodenkultur, Wien, 1991.
13. **Philipp T.:** Das neue EDV-System der Bundesforstverwaltung. Allgemeine Forst Zeitschrift 1993, Heft 4.
14. **Schechtner K.:** Forsteinrichtung und EDV: Neuentwicklungen zum betriebswirtschaftlichen Planungsinstrument. Österreichische Forstzeitung 1990, Heft 5.
15. **Sekot W.:** GIS: Von der Theorie zur Praxis. Österreichische Forstzeitung 1990, Heft 5.

16. **Skib F.:** Necessity, design and experience during implementation of a municipal technical information system. [In:] AM/FM European Conference, IX SUB-Committee: Spatial Management in a Europe without Borders. 13–15 October 1993, Strasbourg, France.
17. **Strand E.J.:** GIS Hardware Gets Better, Faster and Cheaper. *GIS World* 1993, no. 10.
18. **Strobl J.:** Digitale Forstkarte und Forsteinrichtung. Anwendung von GIS-Technologie (PC ARC/INFO) in der forstlichen Praxis. Institut für Geographie, Universität Salzburg. Salzburger Geographische Materialien, Heft 12, 1988.
19. **Tihanyi E.:** Ein Geographisches Informationssystem für die Forsteinrichtung in Ungarn. *Österreichische Forstzeitung* 1990, Heft 5.
20. **Zieliński J.:** Informatyka w Lasach Państwowych. Materiały pomocnicze dla uczestników szkoleń związanych z wdrożeniem ustawy o lasach, zeszyt 5. Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Leśnictwa i Drzewnictwa. Zarząd Główny, Warszawa, 1992.

Summary

Four elements: equipment, software, data, and man constitute a geographic information system.

Technical and technological progress causes that outfit and software purchase costs take still lower position at economical analyses of such undertakings as GIS construction and its practical implementation in forest enterprises.

Collection and management of data stocks, both geometrical and descriptive ones, are without doubt the most expensive GIS elements. Photogrammetry and teledetection performed with digital means can be GIS sources that continually grow in their importance.

The human element influences GIS efficacy already at the stage of system projecting. Not only correctness of the analysis of enterprise information needs, but also working mode of projecting teams are important in this respect. A necessity for planning some means for training of workers is often forgotten during project implementation. Such GIS aspects as changes of human interrelations caused by new organization of work within the enterprise, new responsibilities, and sometimes even a loss of professional prestige use to be understated as well. An attitude of being excessively trustful in computer work results can also be threatening from time to time.

It results from the experience of the countries where GIS systems were implemented also in forestry that initial costs of the new technology implementation exceeds costs of traditional methods of data collection and processing or they are of similar magnitudes.

Advantages of introduction of the GIS to forestry result first of all from the possibility for managing and interrelating theoretically unlimited stock of information and also from considerable decrease of inputs to geodesic-cartographic works in the future.