

GPS-, FERNERKUNDUNGS- UND GIS-TECHNOLOGIEN IM SCHUTZ DER BIODIVERSITÄT POLNISCHER FORSTE

Heronim Olenderek, Jerzy Mozgawa, Edward Piekarski, Krzysztof Będkowski, Dariusz Korpetta

Landwirtschaftliche Universität (SGGW) in Warszawa, Polen. Lehrstuhl für Forsteinrichtung und Forstgeodäsie

Kommission IV, Arbeitsgruppe 1

KEY WORDS: Geomatics/GIS, Environment, Forestry, Interpretation, Recognition, Inventory, Biodiversity, Protection.

ABSTRACT

This paper describes the role of the modern geomatics technologies - GPS, GIS, photogrammetry and remote sensing - in multifunctional forestry. A special attention was paid to these features of the technologies which can be used in the assessment, protection and management of biodiversity of forests.

1. EINLEITUNG

Ein besonderer Zeichen unserer Zeit ist zunehmendes Interesse moderner Gesellschaften an Rationalisierung der Nutzung von Naturressourcen. Beginnend mit den Bestimmungen der Weltkonferenz in Rio de Janeiro (1992), wurden in vielen Ländern Programme einer naturgerechten, ökofreundlichen Entwicklung erstellt. Solche Programme betreffen verschiedener Bereiche der Wirtschaft und umfassen Maßnahmen deren Bedeutung oft weit über die Staatsgrenzen geht.

Auch in Polen international anerkannte Dokumente wurden in staatliche Öko-Programme umgesetzt. Als Hauptaufgabe der staatlichen Verwaltung und der Gesellschaft wurde im Programm "Ökopolitik des Staates" das Ziel genannt, alle Ökosysteme und -Prozesse zu behalten und sichern. Besondere Aufmerksamkeit ist laut diesem Programm auf den Schutz wertvoller Naturgesellschaften und deren Biodiversität zu lenken.

Unter dem Begriff "Biodiversität" ist die ganze biologische Vielfalt der Natur, auf ihrer verschiedenen Organisationsniveaus, zu verstehen. Es wird sowohl die Anzahl der auf einem bestimmten Gebiet vorkommenden Flora- und Fauna-Arten, die Größe genetischer Ressourcen von Populationen, als auch die Vielfalt von Beziehungen und Zusammenhänge zwischen den Arten in Rücksicht genommen (Wilson u. Peter, 1988). Die Zusammensetzung der Komponente eines Ökosystems bleibt keinesfalls statisch. Sie unterliegen verschiedenen Änderungen, deren Ursache sowohl innere als auch äußere Faktoren sind. Untersuchungen von solchen Systemen erlauben uns, natürliche Ökosysteme besser kennenzulernen und sie bewußt zu gestalten.

Polnische Forstwirtschaft setzt heute auf neue Richtlinien, die das Konzept einer Multifunktionalität der Wälder und allgemeine Regeln der Ökologie zugrunde haben (siehe Artikel

aus dem Werk "Polska polityka kompleksowej..." im Literaturverzeichnis). Der Wald von Heute soll nicht nur wirtschaftliche sondern auch überwirtschafliche Funktionen erfüllen. Als Biotop zahlreicher Pflanzen und Tiere muß der Wald ökologisch möglichst stabil sein. Auch die Auswirkungen des Waldes auf die Umgebung sollen verstärkt werden.

Zur Sicherstellung der Infrastrukturleistungen des Waldes sind große Mengen von Informationen zu bewerten und zu berücksichtigen. Es soll dabei die Möglichkeit einer Integration forstlicher und umweltrelevanter Informationen gesichert werden. Dank dem technischen Fortschritt stehen heute drei effiziente Techniken zur Verarbeitung raumbezogener Daten: GPS, Fernerkundung und GIS, zur Verfügung.

2. FORSTLICHE RAUMBEZOGENE INFORMATIONSSYSTEME

Das polnische Staatsgebiet ist in 27.89% (rund 8.720.000 ha) mit Wald bedeckt, davon 79.4% (6.873.000 ha) gehören dem Staat und befinden sich vorwiegend unter Verwaltung Polnischer Staatsforste, der staatlichen Wirtschaftsorganisation (Łonkiewicz, 1994). Die Struktur der Waldflächen ist sehr ungünstig. Polnische Wälder sind in viele kleine, von anderen Waldgebieten getrennte Grundstücke, verteilt. 20% von 28.000 Waldkomplexen haben Flächen, die kleiner als 5 ha sind. Dies fördert, wegen übermäßiger Penetration, verschiedenen Gefahren. Zu kleine Waldkomplexe sind auch für die Erhaltung seltener Tiere und Pflanzen, also für die Erhaltung der Biodiversität, ungeeignet (Gliwicz, 1994).

Im Herbst 1991 haben Polnische Staatsforste mit dem Aufbau eines eigenen Informationssystems begonnen. Das System befindet sich jetzt in Einarbeitungsphase. Es besteht aus 5 Subsystemen: Forst (Waldtaxation und Planungssystem), Warenwirtschaft, Finanzbuchhaltung, Lohnverrechnung, und Infrastruktur (Wisiński 1994). Alle Daten aus den Geschäftsfällen, als Mengen und Kosten, werden laufend

registriert, sodaß permanente SOLL-IST-Vergleiche möglich sind. Das System wird in etwa 500 Einheiten Polnischer Staatsforste installiert (ca. 450 Oberförstereien, 17 Regionaldirektionen, Generaldirektion u.a.), wobei zwischen allen Verwaltungsebenen Datenaustausch gesichert wird.

Das Informationssystem Polnischer Forste verwaltet viele Daten, die direkte Beziehung zu forstlichen Flächen haben. Als Bestandteil des Systems wird ein raumbezogenes Informationssystem sein, das Möglichkeit zur effizienten Datenverarbeitung und -Darstellung, sowie Kontrolle des Waldzustandes geben soll. Mit den Entwicklungsarbeiten hat man 1992 in der Forstversuchsanstalt in Warszawa und im Lehrstuhl für Forsteinrichtung und Forstgeodäsie, der Landwirtschaftlichen Universität in Warszawa begonnen.

Das System wurde in gewählten Oberförstereien verschiedenen Tests unterworfen. In drei von diesen Einheiten hat man gleichzeitig mit dem Aufbau raumbezogener Informationssysteme begonnen. Bei den Untersuchungsarbeiten ist die Forstversuchsanstalt in Warszawa und Lehrstuhl für Forsteinrichtung und Forstgeodäsie (Fakultät für Forstwirtschaft, Landwirtschaftliche Universität Warszawa) beteiligt.

Im unseren Lehrstuhl hat man zuerst mit dem Aufbau einer Datenbank für graphische Information begonnen. Es wurden danach, obwohl es keine leichte Aufgabe war, Richtlinien zur Digitalisierung der Karten formuliert. Es wurde auch versucht, geometrische Information durch Scannen in eine digitale Form zu übertragen. Die Resultate waren leider unbefriedigend. Man hat auch Untersuchungsmaterial gesammelt, daß Aussagen über die Kosten verschiedener Aufnahmeverfahren gibt. Laut den Ergebnissen ist Digitalisierung forstlicher Karten in diesem Moment als Hauptverfahren bei der Datengewinnung zu bestimmen. Einzelheiten der Ergebnisse sind den Publikationen unseres Autorenkreises zu entnehmen (Będkowski et al., 1995).

Es müssen hier auch Vorhaben, die über das Gebiet einer Oberförsterei hinausgehen, erwähnt werden. Regionales Informationssystem wurde jetzt im Institut für Geodäsie und Kartographie, Warszawa, unter Einsatz von Satellitenbilddaten, für Karkonosze-Gebirge und für die sog. Koziennice-Promotionswälder gebaut (Zawiła-Niedźwiecki, 1995). Man hat auch Informationssystem für das Gebiet eines der größten Waldbrände, aus dem Jahre 1992, in Oberschleßien gebaut.

3. PHOTOGRAMMETRIE UND FERNERKUNDUNG

Es gibt bestimmt kein anderes Land in Europa in dem Photogrammetrie und Fernerkundung in Waldinventur und in Waldzustandserhebungen so wenig Einsatz, als es in Polen der Fall ist, finden. Der Grund dafür war die über Jahrzehnte geltende Regel, alle Luftbildmaterialien als geheim zu behandeln.

Trotz ungünstiger Bedingungen, werden in der "forstlichen" Photogrammetrie neue Techniken und Technologien entwickelt. Dies betrifft vor allem der digitalen Photogrammetrie. Photogrammetrie und Fernerkundung sind als Datenquellen für forstliche Informationssysteme unentbehrlich (Olenderek, 1994). Auch bei den Nationalparks können diese Techniken sehr nützlich sein. Innerhalb des polnischen Naturschutzsystems gibt es u.a. drei Kategorien von großflächigen Objekten: Reservate, Landschaftsschutzgebiete, Landschaftsparks und Nationalparks. Die Gesamtfläche von 19 Nationalparks beträgt 244.000 ha (Ende 1993). Laut dem neuen Naturschutzgesetz werden jetzt für alle Nationalparks Schutzpläne nach neuen Richtlinien erstellt. Das erste Schutzplan wurde in unserem Lehrstuhl 1994 für Kampinoski Nationalpark vorbereitet (Będkowski u.a., 1994; Olenderek u.a., 1994).

Durch Anwendung digitaler Technik haben sich neue Möglichkeiten für die Sammlung, Verarbeitung und Wiedergabe forstlich relevanter Daten ergeben (Będkowski u. Piekarski, 1994). Die Photogrammetrie- und Fernerkundungstechnik hat sich dem Endbenutzer sehr genähert. Sowohl in den Registrierungs- als auch in den Verarbeitungssystemen, gibt es jetzt relativ billige und benutzerfreundliche Lösungen, die den Benutzer von spezialisierten Photogrammetrie- und Fernerkundungslaboratorien unabhängig machen. Seien es hier nur Videographie, digitale Photogrammetriestationen auf PC's Basis und digitale Bildverarbeitungssysteme erwähnt.

Videographie weist viele, und für die Forstwirtschaft sehr wertvolle, Vorteile auf. Videoaufnahmen, unter Verwendung von Bildverarbeitungssystemen, können als Quellen der geometrischen Information eingesetzt werden. Mit dieser Technik (Mozgawa u.a., 1994; Mozgawa u.a., 1995) soll auch die Sammlung von Informationen über den Zustand der Bäume oder Waldbestände möglich sein. Es gibt hier jedoch noch viele Schwierigkeiten mit der Orientierung der Aufnahmen. Eine der möglichen Lösungen wäre der GPS-Einsatz.

Geometrische Eigenschaften der Videobilder, hinsichtlich der Entzerrungen und der geometrischen Auflösung, stellen ein wichtiges Untersuchungsproblem dar. Bei größeren Inventurprojekten sind bei Videoaufnahmen auch beträchtliche Orientierungs- und Lokalisierungsprobleme zu erwarten. Eine der möglichen Lösungen wäre hier der Einsatz von GPS-Empfängern an Bord der Flugzeuge. Geometrische Korrekturen der Videobilder können auch unter Anwendung archivierter Orthophotobilder durchgeführt werden. Viele Möglichkeiten zur geometrischen Korrektur bieten auch die Prozeduren von Bildverarbeitungs- oder GIS-Systeme an.

Hauptvorteile von Videoaufnahmesystemen liegen in einer operationellen Anwendbarkeit dieser Technik bei den Waldzustandserhebungen. Zu weiteren Vorteilen gehört auch die große Kapazität des Bildträgers und somit geringe Anschaffungskosten der Bilder. Videobilder, nach der A/D-

Umwandlung, können auch mit Methoden der Bildverarbeitung bearbeitet werden. Als Nachteile können hier begrenzte Möglichkeit einer flächendeckenden Registrierung und radiometrische Unstabilität der Videobilder genannt werden. Videoaufnahmesysteme scheinen trotzdem als für die Inventurzwecke von Windbruch- und Windwurfschäden geeignet zu sein. Mit dieser Technik lassen sich Bestandeslücken in Kulturen, im Jungwuchs und im Stangenholz erkennen. Videoaufnahmen können auch bei Kronenzustandserhebungen in Buchen-, Eichen- oder gemischten Buchen-Eichen-Laubbeständen Anwendung finden. Auch die direkt mit dem Vorrat gebundenen Merkmale, wie z.B. Anzahl der Bäume, können mit dieser Fernerkundungstechnik geschätzt werden.

Trotz vielversprechender Ergebnisse kann die Videographie heutzutage, wegen begrenzter geometrischer Auflösung, nur als Hilfsttechnik der Fernerkundung beurteilt werden.

Hersteller photogrammetrischer Geräte bieten jetzt preisgünstige und benutzerfreundliche Auswertungssysteme, die auf dem Prinzip digitaler Photogrammetrie arbeiten. Auf PC-Basis wurde Video-Stereo-Digitizer - digitale Photogrammetriestation - an der Universität für Bergbau und Metallurgie (Jachimski, Boroń, Zieliński, 1994) gebaut. Es ermöglicht stereoskopische Betrachtung und Messung digitaler Bilder auf dem PC-Bildschirm. Ergebnisse der Digitalisierung können im üblichen DXF-Format gespeichert werden. Das Produkt hat sich schon als besonders für Forsteinrichtungszwecke geeignet erwiesen. Es können somit Bestandesgrenzen interpretiert und digital aufgenommen werden. Das Produkt kann unter verschiedenen raumbezogenen Systemen weiter verarbeitet werden. Als Bildmaterial können hier sowohl gescannte Luftbilder, egal ob aus dem Schwarz-Weiß, Echt- oder IR-Farbfilm, als auch Bilder aus der Videokamera verwendet werden. Videobilder sollen jedoch zuerst mit Bildverarbeitungssystemen bearbeitet werden um deren Interpretierbarkeit zu verbessern.

Bei verschiedenen Forstarbeiten oder wissenschaftlichen Untersuchungen sind die Informationen über das Geländereief unentbehrlich. Vertikaler Aufbau der Gelände ist während den Forsteinrichtungsarbeiten, in der Waldbau, Pflanzensoziologie, Bodenkunde und Klimakunde zu berücksichtigen (Korpetta, Olenderek u. Zielony, 1994). Besondere Bedeutung hat digitales Geländemodell auf den Erosionsgefährdeten Gebieten. Möglich sind somit Prognosen des Umfangs von Erosionsprozessen, was bei den Gesuchen nach effektiven Schutzmaßnahmen von Vorteil ist. Digitale Geländemodelle sind auch bei Analysen der Windbrüche, Lawinen, räumlicher Verteilung der Immissionen oder beim Erstellen der Gefährdenkarten notwendig

Digitale Geländemodelle können auch bei den Arbeiten im Bereich der Bewirtschaftung des Waldes, z.B. bei Wegebau oder Wassermeliorationen Einsatz finden. Auch beim Erstellen der Orthophotos und Stereoorthophotos ist DGM unentbehrlich. Das digitale Geländemodell kann auch beim Erstellen digitalen

Standortskarten in den Maßstäben 1:5000 und 1:25000, die bei der Planung der forstlichen Maßnahmen für Bestände, Forstreviere oder Oberförsterei Anwendung finden, eingesetzt werden. Solche Karten sollen in der Zukunft größere Anwendung vor allem auf den Gebirgsgebieten haben.

Das Geländemodell kann mit dem digitalen Modell des Kronenmantels erweitert werden. Das Modell kann viele neue Möglichkeiten für forstliche Wissenschaften und für die forstliche Praxis bringen.

Die Voraussetzung für eine sinnvolle Zustandserhebungen und -Analysen forstlicher Ökosysteme ist eine regelmäßige und flächendeckende Registrierung mit den Mitteln der Photogrammetrie. In Rahmen des PHARE-Programms werden jetzt in Polen Echtfarb-Luftbildaufnahmen, im Maßstab von 1:26000, über das ganze Staatsgebiet gemacht. Das Programm soll Daten zur Modernisierung der Datenbestände von Landnutzungs-Informationssystemen liefern. Die Luftbilder des Programms werden allgemein zugänglich. Es bestehen somit neue Möglichkeiten in den Landschaftsanalysen, besonders der Zusammenhänge zwischen dem Wald und seiner Umgebung.

4. GPS

Anwendungen der GPS-Technologien wurden bis jetzt ausschließlich auf die Unterstützung der Feldvermessung mittels Polygonzüge, bei den Waldinventuren, begrenzt. Obwohl die Polygonzüge selbst mit klassischen Methoden gemessen wurden, fanden GPS-Systeme bei dem Anschluss der Vermessungen an übergeordnete Netze ihre Anwendung.

Besonders nützlich sind GPS-Systeme bei der Orientierung von Luftbilddauswertungen. Mittels GPS werden im Gelände Referenzpunkte gemessen, deren Koordinate dann zur Transformation thematischer Informationsschichten in die GIS-Layers dienen.

GPS-Messungen an Bord des Flugzeuges sollen auch in der nahen Zukunft uns ermöglichen Orientierungsprobleme bei den Videoluftaufnahmen zu lösen.

5. EDUKATION

Große Aufmerksamkeit muß auch der Edukation gewidmet werden. An der Fakultät für Forstwirtschaft der Landwirtschaftlichen Universität Warszawa hat man mit verschiedenen GIS-Lehrveranstaltungen begonnen (Olenderek u.a., 1994; Olenderek u.a., 1995). Außer der Pflichtfächer gibt es auch Veranstaltungen, die den Pflichtmaterial erweitern. Studenten arbeiten auch in einem Interessenkreis "GIS in der Forstwirtschaft".

Man schätzt, daß die Staatsforste allein werden in Kürze etwa 600 GIS-Spezialisten, für Betreuung der forstlichen GIS-Installationen brauchen.

6. LITERATUR

Będkowski, K., Korpetta, D., Mozgawa, J., Nowicki, A., Olenderek, H., 1995, GIS für Polnische Staatsforste. Salzburger Geographische Materialien, Heft 22.

Będkowski, K., Kamińska, G., Karaszkiewicz, W., Korpetta, D., Mozgawa, J., Nowicki, A., Olenderek, H., Piekarski, E., 1994. Aufbau von Geographischen Informationssystemen fuer Nationalparks in Polen. Salzburger Geographische Materialien, Heft 21: 53-62.

Będkowski, K., Piekarski E., 1994. Nowe kierunki wykorzystania fotogrametrii i teledetekcji w leśnych systemach informacji przestrzennej. In: Konferencja "Systemy Informacji Przestrzennej o Lasach", Politechnika Warszawska, Warszawa, pp. 85-93.

Gliwicz, J., 1994. Ochrona różnorodności biologicznej w programie kompleksowej ochrony zasobów leśnych. In: Polska polityka kompleksowej ochrony zasobów leśnych. Ekspertyza Dep. Leśnictwa MOŚZNiL. Fundacja "Rozwój SGGW", pp. 44-61.

Jachimski, J., Boroń, A., Zieliński, J.M., 1994. Video-Stereo-Digitizer i wstępna ocena dokładności pomiaru wielkoskalowych zdjęć lotniczych. Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji, vol. 1.

Lonkiewicz, B., 1994: Perspektywa zwiększenia lesistości kraju. In: Polska polityka kompleksowej ochrony zasobów leśnych. Ekspertyza Dep. Leśnictwa MOŚZNiL. Fundacja "Rozwój SGGW": 173-208.

Mozgawa, J., Olenderek, H., Piekarski, E., Borecki, T., Będkowski, K., Korpetta, D., Kamińska, G., Karaszkiewicz, W., 1994. Interpretacja uszkodzeń drzewostanów na lotniczych obrazach wideo. Fundacja "Rozwój SGGW", Warszawa.

Mozgawa J., Olenderek H., Piekarski E., Borecki T., Będkowski K., Korpetta D., Karaszkiewicz W., 1995. Bisherige Erfahrungen in der Anwendung von Video-Luftaufnahmen in der Forstwirtschaft. Proc. "Fernerkundung und Geo-Informationssysteme in der Ökologie der Landoberfläche, Göttingen, pp. 1-6.

Olenderek, H., 1994. Systemy informacji przestrzennej i teledetekcja w kompleksowej ochronie zasobów leśnych. In: Polska polityka kompleksowej ochrony zasobów leśnych. Ekspertyza Departamentu Leśnictwa MOŚZNiL. Fundacja "Rozwój SGGW", Warszawa, pp. 247-284

Olenderek H., Korpetta D., Piekarski E., Karaszkiewicz W., 1994. Photogrammetry and GIS for the research of state and

changes of the national parks. In: Proc. of the 1st Conf. of International IALE Working Group "Landscape Synthesis": "Landscape research and its applications in environmental management", Warsaw 1993, pp. 281-285.

Olenderek H., Mozgawa J., Korpetta D., Nowicki A., 1994. An Integration Role of Geographical Information Systems in the Environment's Management and Ecological Education. In: Proc. of the International Conference: "Training of Experts for European Cooperation on Protection of the Environment and Promotion of Sustainable Development", Univ. of Mining and Metallurgy, Cracow 1993, pp. 132-139.

Olenderek H., Korpetta D., Będkowski K., Czajko M., Nowicki A., 1995. ARC/INFO in GIS Education of the Faculty of Forestry. Proceedings 10-th European ARC/INFO User Conference. Prague, 2-4 October. VI-5 - VI-9.

Korpetta, D., Olenderek, H., Zielony, R., 1994. Numeryczny model terenu w badaniach krajobrazowych, ze szczególnym uwzględnieniem obszarów leśnych. In: Konferencja Naukowo-Techniczna "Numeryczny model terenu i jego wykorzystanie", Rogów. Wyd. Fundacja "Rozwój SGGW", Warszawa, pp. 43-59.

Wilson, E.G., Peter, F.M., 1988. Biodiversity. National Academy Press. Washington.

Zawiła-Niedźwiecki, T., 1995. System informacji przestrzennej i teledetekcja w gospodarstwie leśnym terenów górskich. Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji, vol. 3, pp. 45-51.